

PROYECTO DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Desarrollo de herramientas didácticas de apoyo al trabajo interdisciplinario en un proceso de diseño médico centrado en el usuario

D.I. Luciana Urruty Frascarelli
Escuela Universitaria Centro de Diseño
Facultad de Arquitectura
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
Febrero - Diciembre 2012

Tutor: Prof. D.I. Daniel Bergara
Co-tutor: Prof. Ing. Franco Simini

ÍNDICE

1_ INTRODUCCIÓN	1
2_ MEJORANDO EL PROYECTO DE EQUIPOS MÉDICOS	3
3_ USABILIDAD Y FACTORES HUMANOS EN LAS NORMAS TÉCNICAS	8
4_ GUÍA PARA EL PROYECTO DE EQUIPOS MÉDICOS	9
4.1_ Enfoque con el que se propone la guía	10
4.2_ Esquema metodológico	11
4.3_ Tipos de proyecto identificados	12
4.4_ Desarrollo de cada etapa	13
4.5_ Criterios de clasificación de las técnicas	21
4.6_ Técnicas distribuidas en las etapas del proceso de desarrollo	23
4.7_ Clasificación de todas las técnicas	24
4.8_ Descripción de las técnicas sugeridas, clasificación y fuentes de consulta	26
CONCLUSIONES	47
Limitaciones del estudio	48
Reflexiones personales	49
Conclusiones	50
AGRADECIMIENTOS	51
REFERENCIAS	52
ANEXO	55

1_ INTRODUCCIÓN

Este proyecto surgió desde una mirada propia del diseño industrial, que es la de detenerse en los procesos metodológicos de desarrollo de los proyectos. Desde esta mirada y con el interés específico de aportar al desarrollo de equipos médicos, planteamos el estudio de las metodologías de proyecto que se utilizan en este campo.

Marco del proyecto

Actualmente en Uruguay el Desarrollo de innovación en equipos biomédicos está estrechamente vinculado a la investigación médica y al aporte de grupos académicos de investigación. En el Núcleo de Ingeniería Biomédica de la Universidad de la República (NIB), se trabaja en un vínculo estrecho con las cátedras y grupos del investigación del Hospital Universitario, Hospital de Clínicas “Dr. Manuel Quintela”, vínculo del cual han salido un gran número de proyectos de innovación biomédica.

Debido a sus características y a la realidad de la industria Uruguaya en general y en particular en esta área, estos proyectos se producen en series muy pequeñas y por lo tanto el valor agregado de desarrollo es muy alto frente a la producción [1]. Si bien han habido varios intentos de transmisión de innovación biomédica a la industria y alguno de ellos tuvo éxito, a reproducción comercial de los prototipos por parte de empresas independientes ha fracasado en gran medida; Uruguay todavía está buscando la modalidad de transmitir la innovación biomédica a la producción [2].

Mirando un panorama general de lo que ha sido en

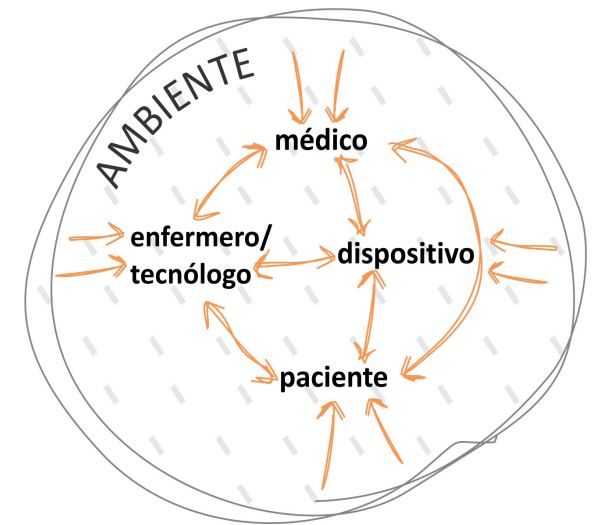
grandes líneas la evolución del desarrollo de equipos médicos, vemos que las primeras generaciones de equipos eran ignorantes en cuanto al usuario, y la necesidad de elementos de seguridad no era reconocida hasta que se observara un error en el uso médico. Con el desarrollo posterior, se avanzó en brindar seguridad al paciente a la vez que ciertas garantías de la funcionalidad deseada. Las características más tempranas de seguridad se limitaban al dominio inmediato de operación del dispositivo.

Teniendo en cuenta de que los equipos médicos no funcionan de manera aislada sino que trabajan en un ambiente cada vez más complejo de interacciones entre personal, tareas, pacientes y otros artefactos, hoy vemos que es necesario un desarrollo que contemple todos estos factores para lograr equipos funcionales, seguros y usables [3].

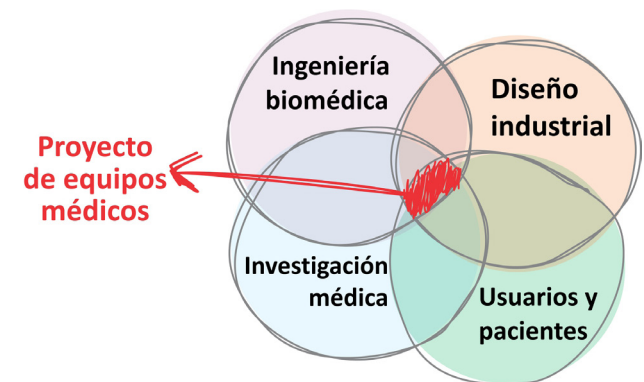
Objetivos

Es en este punto donde pone el foco nuestro proyecto de investigación, **¿Cómo trabajamos sobre la funcionalidad, seguridad y usabilidad en todo el sistema de influencia del dispositivo?.** Consideramos que la forma de lograrlo es mediante el desarrollo interdisciplinario en todo el transcurso del proyecto.

Actualmente existe interdisciplina en los proyectos de desarrollo de equipos médicos, pero más que nada en puntos específicos del proyecto, como son el planteo del concepto y las pruebas finales; creemos que trabajando distintas disciplinas integradas en todo el desarrollo del proyecto se pueden lograr avances importantes.



¿Cómo trabajamos sobre la funcionalidad, seguridad y usabilidad en todo el sistema de influencia del dispositivo?



Para esto nos planteamos el estudio de los diferentes enfoques y métodos que rodean al desarrollo de equipos médicos y la integración de los mismos en una **Guía metodológica, que facilitara la interdisciplina a lo largo del proceso.**

Además de la integración de disciplinas, un punto importante para lograr la consideración de todo el sistema de influencia del dispositivo que mencionamos, es el **aprovechar y facilitar la participación del usuario** en el desarrollo. Por ello nos propusimos integrar a la guía metodológica aspectos específicos para lograr esto.

El usuario, tomado como toda persona que tenga contacto con el dispositivo ya sea el especialista, enfermero, paciente, personal de mantenimiento, es quien tiene el conocimiento profundo de la práctica, del uso continuo del dispositivo, de las dificultades que plantea y las necesidades no cubiertas, y es importante saber cómo extraer y usar estos conocimientos en el desarrollo [4] *.

* Se cita la norma internacional ISO al respecto, pero estas afirmaciones están respaldadas por numerosas investigaciones, entre ellas muchas de las tomadas como referencia en este proyecto.

Métodos. Cómo lo hicimos?

Para realizar esta integración que nos propusimos, comenzamos por el análisis comparativo de proyectos de diferentes disciplinas**, estudiando los enfoques y metodologías de cada una y las posibilidades de complementariedad. Encontramos que aún teniendo enfoques diferentes, la gran mayoría de los proyectos estudiados comparte una estructura de etapas comunes de desarrollo, lo cual nos posibilitó profundizar la comparación entre estas etapas.

Para trabajar con la incorporación del usuario en el proceso de desarrollo se profundizó sobre Investigación de usuario en el ámbito de la salud [10] [11]. Se profundizó sobre el estudio de metodologías de diseño y desarrollo de producto y sobre la disciplina de la Ingeniería de Diseño, la cual aportó múltiples elementos para pensar la integración del trabajo de ingenieros y diseñadores [12] [13].

Se investigaron todas las técnicas y herramientas utilizadas en el desarrollo de los proyectos estudiados y en las fuentes consultadas. Se generó una base de técnicas posibles a ser utilizadas en diferentes etapas del proceso, que se clasificó a partir de sus características y de la etapa del desarrollo en la cual se aplican.

** Seleccionamos para su análisis cinco proyectos de fin de carrera del nib, los proyectos del 2012 del último año de la carrera de Diseño Industrial opción producto de la EUCD (28 proyectos realizados en base a un tema y metodología común) [5], un proyecto de tesis de la misma escuela [6], (de la EUCD se seleccionaron únicamente proyectos de diseño de dispositivos biomédicos), y ocho proyectos de la misma especialidad relevados en la literatura internacional [3] [7] [8] [9]. En total fueron estudiados 42 proyectos de equipos biomédicos.

En este informe no profundizaremos sobre las etapas de estudio de cada uno de los aspectos mencionados, ya que preferimos centrarnos en la explicación de la guía y en el desarrollo de estos aspectos integrados dentro de la misma.***

La guía metodológica se desarrolló tomando como base la forma en que se realizan los proyectos de equipos médicos hoy en el ámbito de formación universitaria en Uruguay, ya que es en este ámbito donde se utilizará y por lo tanto se buscó considerar sus particularidades como parte del desarrollo de una guía útil.

*** Para el estudio comparativo de las metodologías y proyectos estudiados se puede consultar el documento de Informe de avance de este proyecto de investigación, presentado en Julio de 2012.

2_ MEJORANDO EL PROYECTO DE EQUIPOS MÉDICOS

EL PROYECTO DE DISEÑO DE EQUIPOS MÉDICOS COMO SE PLANTEA EN EL NIB, CONSIDERACIONES Y PROPUESTAS DE MEJORA

Consideraciones previas

El planteo de una nueva forma de trabajo entre diseño e ingeniería para los proyectos de desarrollo de equipos médicos se basa en la situación actual en la que se dan estos desarrollos. A partir de la forma en que se realizan actualmente se proponen modificaciones en la metodología. Esta nueva forma puede ser aplicada luego a contextos con situaciones similares, y/o comparada con otros contextos donde se haya resuelto de diferentes formas para evaluar beneficios de cada enfoque.

Los alumnos de la facultad de ingeniería que realizan estos proyectos son alumnos del último año de la carrera (frecuentemente de ingeniería eléctrica, si bien pueden ser también de computación o mecánica), realizando el proyecto de fin de carrera con el que se reciben.

En la EUCD esta situación es equivalente a un alumno de tesis, por lo que consideramos que es adecuado plantear que este tipo de proyectos sería tomado por alumnos de diseño para realizar su tesis.

Estudio del proceso por etapas

Recorreremos el proceso etapa a etapa discutiendo sobre la forma en que se desarrollan las etapas en el NIB y las posibles modificaciones que sería beneficioso generar para adaptar esta forma al objetivo de **lograr proyectos de caracter interdisciplinarios en los que se trabaje sobre la funcionalidad, seguridad y usabilidad en todo el sistema de influencia del dispositivo.**

Etapa 1A: NECESIDAD, enfrentamiento al problema. ¿Cómo se plantea el problema?.

En el **nib**, el **médico o usuario llega con una problemática o un concepto de idea**, y entre él y el ingeniero biomédico con experiencia (Prof. Ing. Franco Simini) definen una posible solución que determina un pre-proyecto (que se especifica con más detalle en reuniones subsiguientes). Este pre-proyecto es lo que luego tomarán los alumnos que elijan este como su proyecto.

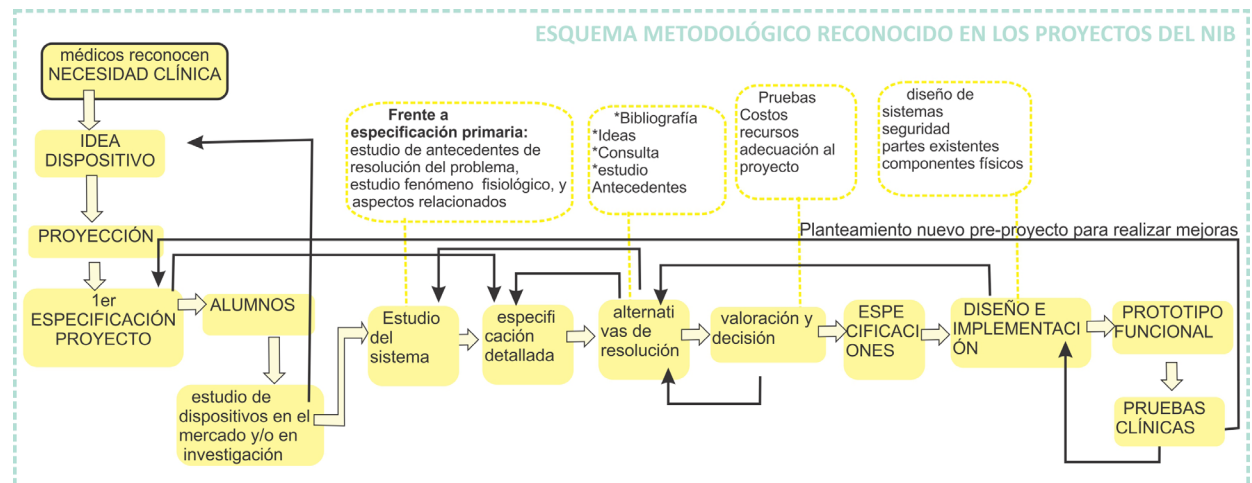
En este primer planteamiento que hace un médico o usuario al ingeniero se dan diferentes niveles de definición de idea, el médico puede tener un problema definido que quiere resolver pero no se le ha ocurrido cómo, como en el caso de la pantalla para el CTI neonatal del clínicas, que el especialista neonatal llegó con el planteo de que sus nurses y enfermeros transformaban a los bebés en números y datos, por

que todo lo que veían de ellos durante el control eran las pantallas de los monitores de señales, y en la charla con Simini se ideó una pantalla que en la que se viera la imagen del niño en vivo y los datos recogidos de los monitores, para ver su estado “en la cara” y no solo en los datos.

Se dan también planteamientos de problema con ideas de formas para solucionarlo, como por ejemplo en el caso del SIMVENT, que el especialista médico planteó que no disponía de un dispositivo para evaluar el correcto funcionamiento de los ventiladores mecánicos, lo cual le generaba un problema, cuya solución por lo tanto era crear este dispositivo.

Etapa 1B: PROYECCIÓN.

Cuando el médico o usuario plantea una necesidad o idea, se dan **intercambios con el ingeniero biomédico para proyectar esa necesidad o idea en un concepto**



de dispositivo. ¿Cómo define el ingeniero biomédico el concepto de dispositivo?, ¿Cómo interpreta las necesidades que le plantea el médico?, ¿Qué información sobre la necesidad necesita tener el ingeniero y cuál el diseñador para que la definición de concepto sea completa para desarrollar el proyecto?.

En el nib esta proyección se realiza con el conocimiento previo del ingeniero biomédico especializado (Simini), ya que gracias a su experiencia y especialización, esta persona puede interpretar las necesidades de los médicos en muchas áreas, y plantearlas en términos de especificaciones técnicas sobre lo que el equipo debe cumplir.

En el caso de que esta etapa no fuera realizada por una persona con conocimiento profundo sobre el tema **se deberían realizar, previamente y entre reunión y reunión, investigaciones para lograr identificar las especificaciones reales que implica la necesidad a solucionar.** Estas investigaciones no precisan ser muy profundas, ya que en la etapa siguiente se hará una investigación profunda sobre el problema, pero si lo necesario para definir correctamente el concepto de dispositivo. Para esto se estudian por ejemplo antecedentes en dispositivos similares, estudio bibliográfico, consultas con los especialistas involucrados, visitas al contexto de uso del futuro dispositivo.

En el nib se les da a los alumnos el problema ya evaluado y con una idea de resolución que es lo que deben tomar para investigar y desarrollar; pero los diseñadores tienen una formación que los lleva a mirar el problema para ver cuáles pueden ser posibles soluciones o si está bien enfocado el problema en sí mismo, en una visión de sistema.

Si bien esto me lleva a pensar que el diseñador querría enfrentarse al problema en lugar de a una solución elegida, y esta forma podría desmotivarlo; para proyectos de tesis en diseño biomédico puede ser factible que el problema se plantee ya con una idea de solución, porque al ser un campo muy complejo requiere tener una base de conocimiento previo, y el tener un primer planteo a estudiar desarrollado por especialistas puede ayudar en el comienzo. De todos modos la idea de solución como se plantea en el nib muchas veces es abierta y da lugar a muchas posibilidades, y **es interesante que el diseñador tenga la posibilidad de investigar el problema y la posible solución desde el enfoque cuestionador del diseño, para validarla o modificarla.**

Aunque el hecho de que el ingeniero especializado interprete con mayor rapidez las necesidades que le plantea el médico en términos ingenieriles permite ahorrar tiempo muy valioso en horas de los doctores, estudios previos y generación de pre proyectos; puede ser importante que el estudiante con menos experiencia participe de este intercambio como parte de su formación. Por un lado para aprender cuál es la visión del concepto de dispositivo desde el lado del médico o usuario que conoce de la necesidad que quiere solucionar, cómo se plantean los conceptos de producto, aprender a intercambiar ideas con los médicos o usuarios; y por otro lado para aportar visiones nuevas al problema, ya que desde la inexperiencia pueden surgir ideas que no estén acotadas por los obstáculos y paradigmas comunes de la especialidad.

Para el estudiante que recién se enfrenta a un proyecto de ingeniería biomédica es necesario que el proyecto esté predefinido ya que no tiene experien-

cia reconociendo posibles oportunidades de proyecto por sí solo; pero a lo largo de la formación puede ser importante también que se **involucre además en la definición del problema** o necesidad para lograr una **actitud proactiva hacia la búsqueda de proyectos de innovación** [13].

En este sentido es interesante que el estudiante participe de la especificación primaria del proyecto y el intercambio con los médicos y usuarios, ya que al estudiar el problema como una primer aproximación con poca experiencia y visitar el contexto de uso y los usuarios del futuro dispositivo puede enfrentarse a la redefinición o el descubrimiento de nuevas necesidades que no habían sido reconocidas en un primer momento.

Para que el proyecto sea desarrollado en conjunto entre estudiantes de ingeniería y de diseño es necesario que en la proyección del pre-proyecto esté planteado el concepto de dispositivo de forma que hayan pautas además para el trabajo del diseñador. Para eso sería necesario que en la reunión de intercambio con el médico que plantea la idea haya también un diseñador con conocimientos en el área médica, actuando como docente que pueda hacer las preguntas necesarias desde la visión del diseño y luego interpretar la información para que la proyección también exprese necesidades desde el diseño.

Etapas 2, INVESTIGACIÓN ANÁLISIS.

¿Qué información del usuario, las funciones y el contexto de uso del dispositivo necesita obtener el ingeniero y cuál el diseñador en la etapa de investigación? ¿Investigan juntos y cada uno procesa la información

que necesita?, ¿o investigan separados cada uno enfocándose en las necesidades de su especialidad y se comparten y complementan la información y las conclusiones?.

La primer etapa luego de la definición del concepto de producto es el estudio exhaustivo de todo el sistema del mismo. **Es muy importante tomar al dispositivo en una visión de sistema para actuar en el diseño sobre todos los aspectos que harán que el equipo esté bien resuelto y funcione adecuadamente en el contexto en el que será utilizado.**

En esta etapa, según la forma de desarrollo de proyectos utilizada en el nib, el alumno de ingeniería estudiará: la oferta de equipos similares en mercado y en investigación académica, para evaluar la pertinencia de llevar adelante el proyecto; el fenómeno fisiológico a medir, los antecedentes similares de resolución del problema o problemas similares y los fundamentos teóricos relacionados al problema y la resolución planteada.

El estudio que se plantea en la metodología del nib se enfoca en el estudio del fenómeno fisiológico y los aspectos de resolución ingenieril, dejando a conciencia del ingeniero desarrollador muchos aspectos, sobre todo relacionados al uso del dispositivo y las particularidades que surgen de su contexto de funcionamiento, que necesitarían ser estudiados al detalle, ya que además de ser muy importantes para la buena resolución del equipo, la especificidad y complejidad que tienen que hace que sea muy difícil que el ingeniero pueda tenerlos en cuenta en el diseño sin un estudio previo

en profundidad.

La consideración de la interface con el usuario y todos los aspectos que hacen a la usabilidad, la seguridad y al evitar problemas que surjan del uso incorrecto, están librados al buen proceder del ingeniero y a su capacidad para ver todos los aspectos necesarios.

Uno de los aspectos principales por los que es importante estudiar todo el sistema del dispositivo y las interacciones que se dan en el mismo es el de poder reconocer la mayor cantidad de problemas potenciales que se pueden dar en su uso. Considerando que el dispositivo no trabaja aislado sino en un contexto en el que interactúa con usuarios y con muchos otros equipos, los problemas en el uso no están dados solamente por la falla del dispositivo, sino que pueden surgir de muchas otras interacciones en el sistema [3] [15] (como mal uso por parte del usuario, interpretación errada de las señales del dispositivo, problemas de interacción, etc.).

Cada proyecto de dispositivo significa un sistema diferente a estudiar que puede ser muy diferente de otros (pueden ser diferentes sectores específicos dentro de la clínica, o muchos sectores a la vez, en ambulancia, domicilio del paciente, etc., diferente tipo y cantidad de usuarios que lo manejarán, tipo y cantidad de usuarios con los cuales se usará el dispositivo, etc.), por eso es importante generar una guía a modo de recordatorio para reconocer todos los aspectos que será necesario estudiar.

Esta etapa es muy amplia, por lo que los estudiantes deberían investigar por separado enfocados en lo que necesitan y tener un intercambio fluido para compar-

tir lo investigado. Es muy importante que la investigación de usuario se planee antes de comenzarla, para definir objetivos, necesidades de información, métodos y tiempos [10]. Esta planificación debe ser hecha en conjunto entre ambos grupos de estudiantes, para definir tiempos comunes, información que comparten y cómo la investigan, partes que se harán en conjunto, etc. El compartir la planificación ayuda a que se estructure y potencie la interdisciplina.

Etapa 3: ESPECIFICACIÓN.

En esta etapa se definen las especificaciones que debe cumplir el proyecto, redefiniendo el planteo primario con todas las especificaciones nuevas que surgen de la investigación. **¿Qué tipo de especificación es necesaria para definir requerimientos para la resolución de la función desde la ingeniería y para la resolución de usabilidad e interacción con usuario y contexto?, ¿cuán detallada debe y puede ser la especificación de requerimientos técnicos y de usabilidad para permitir la generación de alternativas para las dos partes (ing/dis)?.**

En los proyectos de alumnos de ingeniería encontramos que la etapa de especificación es abordada de diferentes formas; a veces se toma como la especificación detallada del equipo a desarrollar, pasando luego a la implementación, y otras veces se toma como la especificación previa a la generación de alternativas. En el caso de los estudiantes de diseño, la especificación no determina cómo va a ser la resolución, sino los requerimientos a cumplir, y constituye el *Brief* del proyecto en la terminología del diseño [16]. Esta etapa se realiza siempre antes que la generación de alternativas.

Para realizar los proyectos de forma conjunta, el *Brief* deberá contemplar requerimientos para la resolución de la función y para la resolución de usabilidad e interacción con usuario y contexto. Este documento será el que guíe las etapas de diseño, desarrollo y evaluación, por lo que es esencial que haya una verificación del mismo con los diferentes usuarios para asegurar la correcta interpretación de la información y acordar objetivos.

Etapas 4: ALTERNATIVAS de RESOLUCIÓN y VALORACIÓN.

En esta etapa se estudian alternativas para resolver los sistemas de las especificaciones detalladas.

¿Cómo se realiza la generación de alternativas y la valoración por parte de los ingenieros?, ¿se debería realizar en forma conjunta entre diseño e ingeniería?, ¿o la resolución de uno guía la búsqueda de alternativas del otro?. Si se realiza de forma simultánea pero independiente, ¿cómo se integran las soluciones de una y otra disciplina?.

En los proyectos de alumnos de ingeniería se ve que en esta etapa se generan las alternativas a partir del estudio de antecedentes en bibliografía, ideación y experimentación a partir de sus conocimientos y a partir de consultas con docentes. Se compara y se toman decisiones entre las alternativas considerando costos, experiencias previas, adecuación al proyecto, variables de rendimiento, posibilidades y dificultades de implementación, etc.

En la metodología planteada por el nib la falla del dis-

positivo se toma casi como el único evento peligroso* y se trabaja en las etapas de alternativas e implementación. La seguridad está asociada al correcto funcionamiento del equipo, y no a la correcta interacción con el usuario y con el contexto. En la etapa de pruebas previas a la verificación clínica se realizan pruebas entre el equipo desarrollador, sin involucrar usuarios ni contexto de uso, su objetivo es probar el funcionamiento de las partes que se van desarrollando para verificar que cumplan las especificaciones planteadas, antes de terminado el prototipo. Estas pruebas son muy necesarias para avanzar en el desarrollo del dispositivo, pero hay muchos aspectos y problemas en el funcionamiento y el uso que no se logran ver hasta que el dispositivo no es probado en contexto real y con usuarios reales [3] [8] [9] [10] [17].

Para trabajar adecuadamente sobre la seguridad es necesario profundizar en el estudio de todo el sistema haciendo foco en los errores potenciales. Sería necesario y beneficioso ampliar las etapas de pruebas e incluir etapas de pruebas de prototipos previos (prototipos que no están terminados pero sobre los que se pueden probar aspectos específicos del diseño y alternativas de resolución) con usuarios y contexto.

Por otro lado, un **aspecto que no es tenido en cuenta** en los proyectos desarrollados en el nib, y que es parte importante del diseño de un dispositivo médico, es el de la **usabilidad concebida desde la satisfacción**

* Esto depende en gran medida del caso específico de dispositivo, en los proyectos donde el usuario es responsable del manejo de elementos peligrosos que pueden generar un accidente grave, como el caso del CALORNAT, donde existe una fuente directa de calor calentando a un neonato, se consideran también aspectos de posibles errores de uso.

del usuario. En el contexto de la tecnología médica, el diseño pobre desde la usabilidad determina diferencias sustanciales en el desarrollo de las tareas, el ambiente de trabajo, la motivación hacia el trabajo y la experiencia del usuario [17] (pudiendo ser este un especialista médico, un enfermero, otros trabajadores de la salud o el propio paciente).

El hecho de que este no sea un aspecto considerado en los proyectos del nib se debe sin duda a que **no es un aspecto propio de la formación del ingeniero biomédico, pero sería muy beneficioso que el proyecto de dispositivo biomédico incluyera este aspecto.**

Es esencial que en esta etapa hayan instancias consecutivas de pruebas sobre las alternativas, con prototipos que van avanzando gradualmente. En las etapas iniciales se realizan prototipos no funcionales para poder probar con elementos que ayuden a visualizar el producto y sus funciones.

En el resultado de esta etapa se debería generar una resolución que integre los aspectos de diseño e ingeniería, para en la etapa de implementación trabajar todos sobre una misma resolución detallada.

Etapas 5: IMPLEMENTACIÓN y EVALUACIÓN.

¿Cómo se integra la implementación de la parte realizada por los ingenieros y la parte realizada por los diseñadores en el prototipo final? ¿Se trabaja por separado integrando resultados en determinadas etapas?

En los proyectos de ingeniería en esta etapa se ve el diseño de sistemas (software y hardware), la programación, la elección de tecnología, la búsqueda de componentes físicos, el diseño de impresos, el armado del prototipo. La evaluación se realiza a medida que se desarrolla la programación y el armado y genera necesidad de ajustes y resolución de problemas. Cuando existe un prototipo avanzado se realizan pruebas de uso en laboratorio.

En los proyectos de diseño la implementación se refiere a las definiciones detalladas sobre el prototipo, la fabricación, y a la construcción del prototipo. A medida que se estudian los aspectos detallados referentes a la fabricación surgen, del enfrentamiento con los materiales y tamaños reales y de las pruebas de usabilidad mientras se realiza el prototipo, cambios necesarios para mejorar la resolución.

Esta etapa debería hacerse sobre una resolución integrada y valorada en la etapa anterior, de forma que se trabaje ahora para implementar esa idea integrada en conjunto entre ambos equipos de estudiantes.

Es muy importante que se implemente la parte funcional y la formal al mismo tiempo, porque los cambios en un aspecto pueden determinar necesidad de cambios en el otro[10].

En cada ciclo de evaluación continúan surgiendo necesidades de mejora, es necesario por un lado no probarlo con usuarios reales recién cuando está completamente terminado, porque es más difícil hacer modificaciones, y a la vez determinar objetivos claros para poder determinar y evaluar cuando se termina de

rediseñar.

Etapas 6: PRUEBAS CLÍNICAS.

En los proyectos de ingeniería, una vez logrado un prototipo “de alta definición” que tenga todas las funcionalidades para hacer la evaluación en la clínica, se realizan pruebas en el uso real.

Estas pruebas se hacen contrastando la situación de uso con los objetivos de funcionalidad descritos en las especificaciones del dispositivo finalmente realizado. Se toman datos para determinar los aspectos a mejorar o aquellos que aun no cumplen con la especificación.

En esta etapa es primordial el intercambio con los especialistas (médicos, técnicos, nurses) que utilizarán el dispositivo, para determinar modificaciones necesarias sobre el funcionamiento, afinamiento de detalles de uso y/o nuevos aspectos que puedan surgir de las pruebas con el prototipo, que no se hubieran previsto.

En la mayoría de los casos se prueba en situación real de uso, solo en algunos casos de aplicación riesgosa se realizan pruebas sobre situaciones de laboratorio y no en uso real, como por ejemplo en los casos de dispositivos para neonatos, donde se usan chanchitos de prueba en lugar de probar sobre los bebés.

Si bien en la mayoría de los casos se logra probar en situación real de uso, la amplitud de posibles escenarios de uso en los que se prueba el dispositivo se limita al escenario existente en el hospital universitario, por lo que los errores y/o mejoras a encontrar depende de las particularidades de ese escenario, y no se logran encontrar todos los posibles errores que podrían surgir del uso.

En el caso de los proyectos desarrollados por estudiantes de diseño, normalmente el proyecto termina en la etapa de implementación, sin llegar a una etapa de pruebas del prototipo final en el uso y contexto de uso real. Si bien durante la etapa de alternativas se suelen hacer pruebas con prototipos previos para evaluar decisiones, lo cual es muy valioso, **en el pasaje desde la etapa de implementación al prototipo final funcional se pueden dar cambios en la resolución, por lo que es necesario realizar pruebas más profundas y con el prototipo completo sobre más de una situación esperada de uso.**

Vuelta a desarrollo para mejorarlo.

En caso de carencias del prototipo se inicia un ciclo de ajustes (y eventualmente de rediseño).

Muchas veces el proyecto termina en las pruebas y conclusiones de necesidades de mejora del prototipo, sin llegar a implementar esos cambios como parte del mismo proyecto. En esos casos se formula un nuevo proyecto que incluye las modificaciones necesarias en las especificaciones iniciales, que será tomado por otro grupo de alumnos.

Es variable en qué etapa del proyecto se retoma el nuevo proyecto, pero normalmente es necesario hacer una puesta a punto desde el inicio, ya que se pueden haber dado cambios tecnológicos o avances en la oferta de dispositivos que hayan superado al proyectado inicialmente.

3_ USABILIDAD Y FACTORES HUMANOS EN LAS NORMAS TÉCNICAS

“Los dispositivos que no están diseñados pensando en la usabilidad son con frecuencia inseguros, propensos a generar errores en el uso, difíciles de usar, difíciles de aprender a usar, o en detrimento de la eficiencia o satisfacción del usuario.” [18].

Al trabajar y proyectar cambios en la forma de trabajo en el área de los dispositivos médicos es esencial prestarle atención a las normas técnicas internacionales que regulan esta industria. Describiremos aquí los aspectos más significativos para el marco de nuestro proyecto, encontrados en las normas de referencia.

Para recorrer estas normas se hizo foco en la regulación de los aspectos referentes a la usabilidad, ya que es donde se centra la modificación del proceso de diseño que proponemos.

Una de las normas principales hasta el momento ha sido la ISO/IEC 60601-1-6: Medical electrical equipment - Part 1-6: General requirements for safety - Collateral standard: Usability [19]. Recientemente, la publicación de una nueva norma para este sector ha introducido cambios en cuanto a los procesos de diseño, desarrollo y certificación de los equipos médicos, que hallamos importantes en el marco de lo que proponemos en este proyecto. La ISO/IEC 62366: Medical Devices – Application of Usability Engineering to Medical Devices [20] **exige a los productores de dispositivos médicos seguir un proceso de diseño con fuerte foco en el usuario, que busca reducir los errores en el uso de los mismos debido al diseño pobre en usabilidad.** En esta última la referencia a “equipos médicos electrónicos” de la primera, cambia para refe-

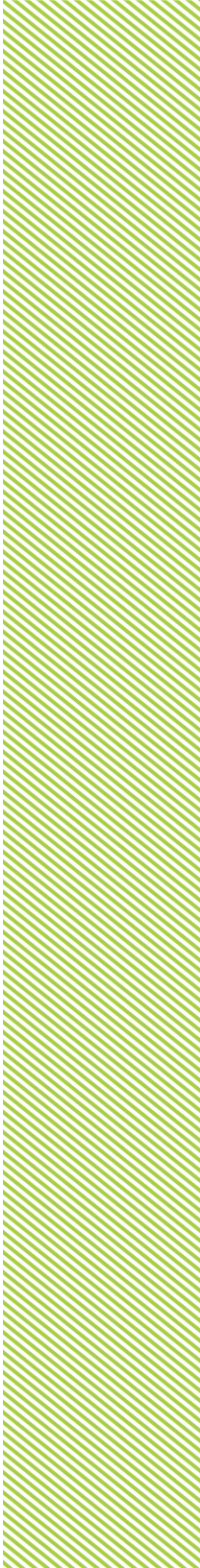
rirse a todos los tipos de equipos médicos, y el término de “operador” es sustituido por “usuario”; cambios que anticipan la diferencia de amplitud y concepción del sistema que rodea al equipo médico*.

En Estados Unidos, las normas ANSI/AAMI HE74 [22] y HE75 [18] (Association for the Advancement of Medical Instrumentation) orientan también a un proceso de ingeniería de factores humanos basado en métodos y técnicas para lograr que el diseño de equipos médicos refleje optimas condiciones de seguridad y usabilidad**. **La Ingeniería de Factores Humanos (HFE) es definida en la norma AAMI HE75 como “la aplicación de conocimientos acerca de las capacidades humanas (físicas, sensoriales, emocionales e intelectuales) y las limitaciones, en el diseño y desarrollo de herramientas, dispositivos, sistemas, entornos y organizaciones” [22]; lo que relaciona al proceso que plantean estas normas directamente con los procesos de diseño centrado en el usuario, ya que se trata de una aplicación sistemática de técnicas orientadas a que todo el proceso de diseño y desarrollo esté enfocado en el usuario, desde sus capacidades físicas y medidas ergonómicas hasta sus capacidades cognitivas y motivaciones.**

Si bien en este proyecto no se profundiza sobre el contenido de estas normas técnicas, consideramos que es importante enmarcar el mismo en el contexto de las regulaciones del sector, que se orientan cada vez más a la incorporación de procesos centrados en el usuario como vía para asegurar la usabilidad y seguridad de los equipos médicos.

* Estos dos puntos son señalados por Edmond W. Israelski, director de Factores Humanos de la empresa en una presentación sobre las normas internacionales de equipos médicos en el 2012 Health-Care Symposium, en Marzo 2012 en Maryland, EEUU. [21]

** La norma ANSI/AAMI HE74 se incluyó en la ISO/IEC 62366 como un anexo, lo cual muestra que son complementarias y tienen el mismo enfoque.



4_ GUÍA PARA EL PROYECTO DE EQUIPOS MÉDICOS

4_ GUÍA PARA EL PROYECTO DE EQUIPOS MÉDICOS

4.1_ ENFOQUE CON EL QUE SE PROPONE LA GUÍA

La guía que presentamos a continuación tiene la intención de **auxiliar a los estudiantes para la planificación y el desarrollo de proyectos de diseño de equipos médicos**. Si bien todavía no ha sido aplicada en el trabajo de campo, se hizo a partir de la integración de aspectos tomados del estudio de múltiples proyectos de diseño de equipos médicos en distintos ámbitos, entre ellos proyectos desarrollados en los dos ámbitos universitarios que proponemos integrar con esta guía: el **Núcleo de Ingeniería Biomédica de las facultades de Medicina e Ingeniería (nib)**, y la **Escuela Universitaria Centro de Diseño (EUCD)**, junto con aspectos tomados de estudios de investigación de usuario en el ámbito de la salud y de las normativas vigentes en esta industria.

Se espera que los estudiantes puedan usarla por un lado para guiar la planificación de las etapas del proyecto, y también como fuente de consulta a lo largo del desarrollo. La intención al formalizar una metodología para la realización de proyectos, que hoy se realizan en base a la experiencia de proyectos previos, es sistematizar el orden y la profundidad con la que se recorren ciertas partes del proceso. **El proyecto de diseño y desarrollo de equipos médicos se caracteriza por la complejidad de aspectos que comprende, por lo que facilitar que los estudiantes tengan en cuenta todo este sistema y tengan elementos para abordarlo, puede orientar hacia la obtención de buenos logros.**

Al proponer el desarrollo de proyectos planificados en base a la guía que proponemos aquí, se **explicita la interacción de disciplinas como la forma de trabajo esencial para el diseño de dispositivos biomédicos**, asegurando y multiplicando las prácticas interdisciplinarias en el campo, además de estar formando a los

estudiantes en este aspecto.

El contar con una guía para el desarrollo de equipos biomédicos que incluya un estudio del contexto de inserción y de los usuarios del futuro dispositivo, generará propuestas más adaptadas que en la actualidad. Se logrará así formalizar o instalar la visión de sistema del dispositivo médico y que desde la formación se trabaje con una noción del dispositivo en interacción con el contexto y los usuarios, en consideración de todo el sistema de influencia e interacción durante todo el proyecto de diseño y desarrollo.

El contenido de la guía se presenta ordenado en las etapas del proyecto.

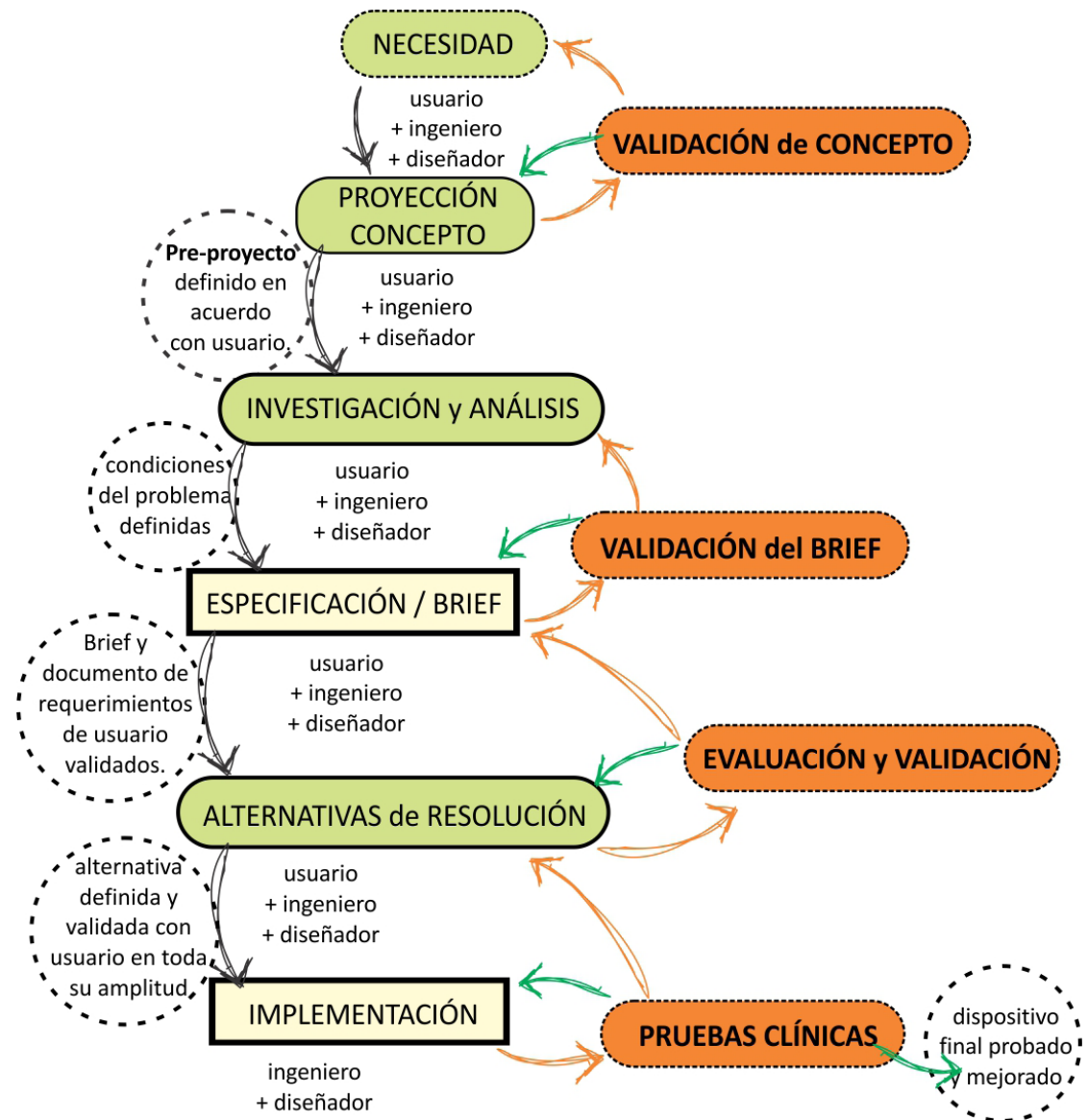
En cada etapa desarrolla información sobre los objetivos de la misma; el lugar desde el que participan los usuarios, ingenieros y diseñadores, de forma de propiciar la integración de los actores; recomendaciones sobre cómo abordar el desarrollo de la etapa y la selección de técnicas para el desarrollo y la evaluación con los usuarios según los tipos de proyectos que se pueden dar, y nociones sobre los resultados que se deberían lograr al final de cada etapa para seguir adelante.

4.2_ ESQUEMA METODOLÓGICO

La guía metodológica planteada trabaja sobre un esquema de etapas básico para la metodología de diseño, que responde a las etapas compartidas por la mayoría de los proyectos estudiados de diseño de equipos médicos.

Estas etapas se dan de forma iterativa durante el transcurso del proyecto, ya que **cada etapa de validación implica un cuestionamiento de los resultados y una posible vuelta a etapas anteriores.**

Este proceso iterativo es necesario para llegar a resultados adaptados a las necesidades del problema, cuanta más validación se dé durante el proceso de desarrollo más apropiadas serán las resoluciones que lleguen a las etapas finales.



4.3 _ TIPOS DE PROYECTO IDENTIFICADOS

Es importante comenzar identificando que pueden darse diferentes tipos de proyecto en el desarrollo de equipos médicos, que determinan diferentes enfoques a la hora de investigar. Según si se trata de un proyecto que busca mejorar un desarrollo anterior, o materializar una idea de producto identificada, o explorar una situación dada buscando oportunidades de mejora, será diferente la investigación a realizar. Numeramos estos tres tipos de proyecto para referirnos a ellos de forma clara en la guía.

A la hora de planificar la investigación del contexto y uso de una situación particular en el ámbito médico o de un futuro dispositivo, otro aspecto que determina diferencias en el enfoque de investigación es el nivel de interacción del problema o dispositivo con los diferentes usuarios. Así, podemos encontrar desde dispositivos que sean de uso exclusivo por el especialista médico, por ejemplo los instrumentos quirúrgicos o los controles de un respirador mecánico, a otros con los que el paciente tenga posibilidad de interactuar directamente, como puede ser un aparato de medición de temperatura o presión, a otros que son de uso casi exclusivo del paciente tanto en el hospital como en uso domiciliario, como puede ser una lapicera de inyección de insulina. Estas diferencias determinarán decisiones a la hora de investigar.

Tipo de proyecto	Descripción
1_ rediseño y mejora de un proyecto anterior	Se parte de un dispositivo realizado en un proyecto anterior. El proyecto mismo puede haber terminado con el reconocimiento de mejoras posibles, o bien se encontraron mejoras necesarias en el uso, o bien debido a cambios en las circunstancias (tecnológicos, contextuales, de mercado...) es necesario cambiar aspectos del mismo.
2_ planteo de concepto de dispositivo definido	Se parte de un concepto de función definida. Un especialista/usuario recurre con un concepto de dispositivo definido. Por ejemplo un equipo para medir un parámetro específico del cuerpo, o un equipo de evaluación de otros equipos (por ej. que imite la respiración espontánea para evaluar el funcionamiento de un ventilador mecánico).
3_ planteo de situación problemática a resolver	Se parte de un problema no definido en profundidad. Existe una situación problemática; que puede ser un dispositivo cuyo uso no es eficiente, un problema en la realización de una tarea; para buscar su camino de resolución.

Tipo de proyecto	Descripción
A. dispositivo manejado por usuario paciente	El problema implica la interacción del paciente con el dispositivo de forma independiente. Por ejemplo un dispositivo de uso domiciliario o ambulante sobre el paciente.
B. dispositivo en interacción directa con paciente y médico.	El problema implica la interacción tanto de paciente como de médico con el dispositivo. Puede ser una situación en que el dispositivo es usado por el paciente en el hospital bajo control médico, o un dispositivo que es manejado por el médico pero implica la interacción directa y consciente del paciente con el mismo.
C. dispositivo manejado por tecnólogo o médico	El problema implica una situación que es manejada por el especialista o técnico. Por ejemplo un dispositivo de uso clínico en internación, una herramienta para realizar tareas médicas, o un dispositivo que no tiene contacto con pacientes (evaluación de dispositivos).

4.4 _ DESARROLLO DE CADA ETAPA

En esta sección profundizaremos en el desarrollo de cada una de las etapas planteadas en el esquema metodológico.

En cada una se describirán:

- _ los objetivos que se persiguen,
- _ el enfoque y objetivos específicos de cada disciplina o actor participante,
- _ recomendaciones sobre el desarrollo de la etapa,
- _ los resultados que se logran al culminar la etapa,
- _ y los documentos sugeridos para registrar estos resultados.

ETAPA 1 _ NECESIDAD Y PROYECCIÓN + VALIDACIÓN CONCEPTO

Objetivos

_Identificar la necesidad de un nuevo dispositivo. (Identificar un área que actualmente es problemática y donde un dispositivo nuevo o mejorado podría hacer una contribución positiva al sistema de salud).

_Definir condicionantes generales del problema, para guiar un camino de investigación para la resolución.

Esta necesidad puede estar planteada en términos de mejorar el cuidado al paciente, facilitar o agilizar una tarea, hacerla más segura, o reemplazar un dispositivo existente que tiene malo o inadecuado funcionamiento*.

USUARIO (clínico o paciente)	INGENIERO BIOMÉDICO	DISEÑADOR INDUSTRIAL
_Tiene una necesidad o problema.	_Conocimiento del campo de los dispositivos médicos.	_Entender el problema que plantea el usuario.
_Plantea la necesidad al equipo.	_Traducir la necesidad del usuario a un concepto de función de dispositivo.	_Analizar las condiciones del problema.
_Conoce el problema desde la situación de uso.	_Definir alcances del proyecto de ingeniería.	_Traducir el problema en condicionantes para guiar la investigación.
_Conoce el contexto del problema.		_Definir el alcance del proyecto de diseño.
_Analizar concepto desde su experiencia en el problema		

Recomendaciones sobre el desarrollo.

Las **técnicas** de investigación de esta etapa tienen que ser:

- _ con pocos usuarios (individuales o grupos reducidos).
- _ que consuman poco tiempo.
- _ que incluyan (o se realicen en) al menos dos usuarios de cada tipo (de los diferentes tipos de usuario que implique el problema).
- _ que den datos generales/contextuales sobre el problema desde la opinión de los diferentes tipos de usuarios.

* MATCH - Multidisciplinary Assessment of Technology Centre for Healthcare. "Match guide to meeting user requirements in medical device development". <http://match-guide.brunel.ac.uk/> , consultado el 01/03/2012

_ que den datos generales sobre el problema y sus implicancias en términos de alcance, costos, antecedentes, etc.

_ que incluyan observación en contexto (para analizar el problema objetivamente en su contexto).

_no es preciso profundizar en detalles precisos sobre el problema.

La definición final y validación de la proyección se realiza en intercambio entre los tres actores participantes (Ingeniero biomédico + diseñador + Usuario), se utilizan técnicas de opinión de usuario, se pueden usar de estas las más adecuadas según si se prefiere recoger la opinión de los usuarios de forma individual o grupal. Las opiniones recogidas pueden ser promediadas o usadas para generar discusión y consenso entre las diferentes opiniones.

Resultados de la etapa

Definición de pre-proyecto en acuerdo con usuario, con las condiciones generales del mismo definidas para cada disciplina involucrada.

Documento: Definición de pre-proyecto.

ETAPA 2 _ INVESTIGACIÓN y ANÁLISIS

Objetivos

_Investigar problema al detalle y comprender sus diferentes factores. Investigar concepto primario al detalle para afinarlo y validarlo.

Existe realmente la necesidad de este dispositivo? Y de ser así, cuál es la necesidad específica y que alcances e implicancias tiene?

USUARIO (clínico o paciente)	INGENIERO BIOMÉDICO	DISEÑADOR INDUSTRIAL
_Opiniones, sugerencias y experiencia sobre el problema	_Investigar qué implica el problema en términos de tecnología.	_Investigar el sistema de la problemática para la cual se proyecta el producto:
_Interacción: entre usuarios, entre usuario y contexto, entre usuario y equipos.	_Investigar antecedentes, fundamentos teóricos y estado del arte, condicionantes y posibilidades que tienen que ver con la resolución de la función.	_ investigar el contexto de la problemática.
_Tareas y formas de realizarlas.	_Recabar opiniones de especialistas médicos en cuanto a las condiciones de la funcionalidad, el desarrollo de tareas y condicionantes que surjan de esas tareas (tiempos de tareas clínicas, interacción, alarmas, etc).	_investigar las condiciones de uso (usos normales y anormales, situaciones donde se utilizará, etc)
_Ayudar a definir los alcances y especificaciones del proyecto.	_Investigar disponibilidad de tecnologías relacionadas.	_investigar a los usuarios y sus tareas, las condiciones para el desarrollo de tareas en términos de interface, interacción, etc. desde la observación y desde la opinión del usuario.
		_ investigar condiciones constructivas y productivas determinantes.

Recomendaciones sobre el desarrollo.

Se recomienda recorrer los siguientes puntos de investigación, aplicando en cada uno al menos una técnica de cada tipo. Se enfocará el área de investigación y se seleccionarán las técnicas adecuadas en cada una según el tipo de proyecto. Luego de la investigación se realiza el análisis y procesamiento de la información.

ÁREA DE INVESTIGACIÓN	TIPOS DE TÉCNICAS A APLICAR o sub área a investigar
estudio de fundamentos teóricos	
estudio de normativas	
análisis de antecedentes	sobre investigación académica
	técnicas de análisis sin usuario
	técnicas de opinión de usuario
investigación de contexto/uso/tareas	técnicas de observación de usuario y pruebas
	técnicas de opinión usuario
	técnicas de observación y análisis “pasivo” (sin interferir)
	técnicas de participación activa y obs. hecha por usuario
análisis de condiciones constructivas	
análisis de condiciones tecnológicas	

Luego de la investigación se realiza el análisis y procesamiento de la información. Para esto se utilizan técnicas que permitan la clasificación y comprensión de la misma para definir las condiciones del problema y formular en la siguiente etapa requisitos que formarán el Brief o especificación.

Resultados de la etapa

Problema analizado al detalle y condiciones definidas.

Tipo de proyecto	Consideraciones sobre el desarrollo de la etapa de investigación.
1_ rediseño y mejora de un proyecto anterior	tomando como base las especificaciones de función y de uso del dispositivo anterior, se hará estudio del funcionamiento y situación de uso del mismo, buscando encontrar fallas y oportunidades de mejora. Con los usuarios se usarán técnicas que motiven la discusión y análisis sobre el dispositivo existente. Del estudio profundo de las funciones y uso del dispositivo se obtendrán problemas a mejorar, y del estudio de los usuarios, el contexto y la situación en la cual es necesario el dispositivo se pueden encontrar nuevas oportunidades a desarrollar (nuevas o diferentes características que mejoren la forma en que el dispositivo resuelve la necesidad).
2_ planteo de concepto de dispositivo definido	se hará estudio de la futura situación y contexto de uso y usuarios, para validar el concepto planteado, profundizar su definición y ampliarlo en aspectos que puedan mejorar la idea de dispositivo. Se analizarán sectores afines y antecedentes de resolución, mapeo del contexto y las tareas que se realizan en el futuro contexto de uso, entrevistas a los futuros usuarios.
3_ planteo de situación problemática a resolver	se estudiará de lo macro a lo micro el contexto de la situación problemática, buscando analizar fuentes de problemas, tareas, dinámicas, interacciones. Se trabajará con los propios usuarios para analizar su contexto de trabajo y su trabajo y reconocer oportunidades de mejora.

ETAPA 3_ ESPECIFICACIÓN (BRIEF) + VALIDACIÓN BRIEF

Objetivos

_Definir los requisitos del nuevo concepto de dispositivo al detalle. Categorizar y determinar prioridades sobre lo investigado acerca de la problemática, respecto a cómo debe ser el dispositivo en términos de funcionalidad, formalidad, seguridad, interacción, costos, etc.

_Validar y profundizar la definición de requisitos con todos los usuarios involucrados.

La especificación no define cómo se resolverá técnica y formalmente, sino qué requisitos deberá cumplir, dejando abierto a la exploración de diferentes soluciones aplicables. (el dispositivo no debe ser más grande que x, más pesado que x, compatible con tal humedad ambiente, su uso deberá disminuir en un 30% los errores en la entrada de datos, el comienzo de acción del dispositivo no deberá tardar más de tantos minutos desde la orden, etc.).

USUARIO (clínico o paciente)	INGENIERO BIOMÉDICO	DISEÑADOR INDUSTRIAL
_Participar en identificación y priorización de requisitos.	_Identificar y priorizar requisitos del problema desde conclusiones de investigación.	_Identificar y priorizar requisitos del problema desde conclusiones de investigación.
_Analizar requisitos desde su experiencia del problema.	_Redactar requisitos sobre las condiciones de la función (tiempos, tareas, detalles específicos condicionantes para de la tarea).	_Redactar requisitos sobre el conjunto esperado de atributos por parte de los diferentes usuarios (características, facilidad de uso, funciones, interacción, etc).
_Opinar y validar sobre los requisitos.	_Redactar requisitos sobre la resolución tecnológica de la función.	_Redactar requisitos sobre condiciones de interacción, tareas, etc.
	_Redactar requisitos derivados de las normas técnicas.	_Redactar requisitos de producción, materiales, costos, etc.
	_Expresar y justificar los requisitos en términos entendibles por el médico/usuario.	_Redactar requisitos derivados de las normas técnicas.
		_Expresar y justificar los requisitos en términos entendibles por el médico/usuario.

Recomendaciones sobre el desarrollo.

Para realizar la especificación, o *Brief*, se recomienda empezar utilizando listas de comprobación para identificar la mayor cantidad posible de requisitos a partir de lo investigado, luego fundamentar, agrupar y jerarquizar.

Se debe tener especial cuidado en el lenguaje utilizado en la redacción para ser comprendido por los diferentes actores.

El *Brief* determina un documento al cual se recurrirá durante las etapas posteriores para tomar y evaluar decisiones, una vez confeccionado deberá ser evaluado por todas las partes (desarrolladores y usuarios) para acordar y/o ajustar requisitos, y deberá ser modificado si se generan nuevos requerimientos en el transcurso del proyecto.

El *documento de requerimientos de usuario* es parte del desarrollo del *Brief* y profundiza en los requerimientos de uso esperado, este documento se utilizará junto con el *Brief* para evaluar el dispositivo. Para la validación se utilizan técnicas que recojan la opinión de los diferentes usuarios, apoyándose con técnicas que ejemplifiquen la aplicación de cada requerimiento. Se elegirán técnicas individuales o grupales según el caso.

Resultados de la etapa y documentos

Brief y *documento de requerimientos de usuario* desarrollados y validados.

ETAPA 4_ ALTERNATIVAS de DISEÑO y VALORACIÓN + EVALUACIÓN y VALIDACIÓN

Objetivos

- _ Generar diferentes alternativas de resolución que satisfagan los requerimientos proyectados en todos los niveles de desarrollo.
- _ Trabajar con los usuarios en la generación y en la evaluación de alternativas.
- _ Evaluar pre-prototipos de resolución con usuario y en desarrollo de tareas.
- _ Llegar a una resolución de dispositivo a través de la evaluación y modificación iterativa de las alternativas.

USUARIO (clínico o paciente)	INGENIERO BIOMÉDICO	DISEÑADOR INDUSTRIAL
_ Participar en la generación de alternativas y prototipos.	_ generación de alternativas considerando costos, posibilidades tecnológicas, experiencias previas, adecuación al proyecto, variables de rendimiento, dificultad de implementación, etc	_ Generación de diferentes alternativas de resolución que cumplan con los requisitos.
_ Participar en la evaluación de alternativas y prototipos.	_ Generar prototipos graduales (parciales y previos cada vez más definidos) para evaluar alternativas y probarlos con y sin usuario.	_ Generar prototipos graduales (parciales y previos cada vez más definidos) para evaluar alternativas y probarlos con y sin usuario.
_ Probar los prototipos graduales en el uso simulado (en laboratorio).	_ comparar alternativas de cada decisión de diseño y fundamentar las decisiones.	_ comparar alternativas de cada decisión de diseño y fundamentar las decisiones.
	_ estudio detallado de las características y especificaciones de los componentes que se eligen.	

Recomendaciones sobre el desarrollo.

La etapa de generación de alternativas puede desarrollarse de formas muy diferentes según el tipo de proyecto y las implicancias del tipo de concepto. Las técnicas de generación se pueden aplicar en todos los niveles de resolución, de alternativas generales a resolución de detalles.

Dada la complejidad de la mayoría de los dispositivos médicos, se recomienda trabajar en base a una organización modular en la resolución detallada. Las técnicas de diseño y resolución se aplican en todos los niveles y partes en los que se divide el problema.

Se recomienda utilizar técnicas que integren al usuario en la generación, esto es posible sobre todo en los niveles de generación de alternativas que no implican conocimientos técnicos específicos.

Se utilizan iterativamente técnicas de generación y de evaluación, el tipo de proyecto determinará las técnicas de evaluación elegidas.

Consideraciones sobre el desarrollo de la etapa:

Tipo de proyecto	Sub-etapas de generación de alternativas	Sub-etapas de evaluación y verificación.
1_ rediseño y mejora de un proyecto anterior	Se recomienda comenzar generando una estructura funcional básica para luego aplicar técnicas de generación de alternativas sobre las unidades funcionales.	Al contar con un dispositivo existente, a medida que se generan alternativas se pueden evaluar comparativamente con los usuarios y el contexto real de uso.
2_ planteo de concepto de dispositivo definido	Se recomienda comenzar generando una estructura funcional básica para luego aplicar técnicas de generación de alternativas sobre cada aspecto del concepto planteado. Se puede trabajar la generación con diseño paralelo, caminos de combinación de requisitos, cuadro morfológico y principios de solución, y con grupos de discusión con usuarios mostrando secuencias de uso al detalle para evaluar las alternativas.	La verificación y evaluación se centra en la validación del concepto planteado y de las alternativas de resolución con los usuarios; y en la evaluación de la funcionalidad y uso del dispositivo frente a los requerimientos planteados, iterativamente a medida que se define.
3_ planteo de situación problemática a resolver	Se comienza por técnicas de generación de conceptos creativos y amplias como el mapa mental y los diagramas de afinidad, involucrando a los futuros usuarios en la generación de ideas, evaluando y seleccionando iterativamente frente a los requerimientos y la prueba con usuarios.	La verificación y evaluación se centra en la validación del concepto planteado y de las alternativas de resolución con los usuarios; y en la evaluación de la funcionalidad y uso del dispositivo frente a los requerimientos planteados, iterativamente a medida que se define.

Resultados de la etapa

Conceptos de resolución desarrollados y valorados, concepto de resolución elegido profundizado.

Documentos

Prototipo definido al detalle, documento de requerimientos de usuario y Brief ajustados a la resolución profundizada.

ETAPA 5. IMPLEMENTACIÓN (desarrollo del diseño planteado hasta el prototipo funcional)

Objetivos.

- _ Desarrollar en profundidad todas las partes del dispositivo.
- _ Preparar documentos técnicos para producción.
- _ Reconocer y evaluar diferencias entre la especificación proyectada y el dispositivo logrado.

INGENIERO BIOMÉDICO	DISEÑADOR INDUSTRIAL
_ diseño y desarrollo de sistemas con integración de partes	_ profundizar detalles material, costos, producción
_ armado y programación de los sistemas y componentes físicos	_ definir aspectos productivos y costos
_ realización de prototipo funcional de equipos y sistemas (búsqueda de componentes, estudio de circuitería, compras de elementos primarios).	_ realizar prototipo final y afinar
_ redactar publicación y/o patente.	
_ preparar documentos para producción	_ preparar documentos para producción
_ realización de manuales de uso	_ realización de manuales de uso.

Recomendaciones sobre el desarrollo.

En esta etapa se aplican técnicas y herramientas específicas de cada disciplina para desarrollar al detalle lo diseñado.

Se debe iterar con evaluación si se definen resoluciones que no fueron evaluadas en la etapa de generación de alternativas, como puede ser en la integración de partes del sistema que se probaron por separado.

Resultados de la etapa.

Prototipo funcional realizado, manuales de uso realizados, aspectos de costos y producción estudiados.

ETAPA 6_ PRUEBAS CLÍNICAS

Objetivos

- _ Planificar evaluación.
- _ Probar el dispositivo siendo usado por los usuarios reales, en contexto y tareas reales.
- _ Guiar al usuario en el desarrollo de las pruebas.
- _ Evaluar funcionamiento y usabilidad del dispositivo.
- _ Reconocer y analizar diferencias entre la especificación proyectada y el dispositivo logrado.
- _ Reconocer y analizar deficiencias del dispositivo a ser mejoradas.

USUARIO (clínico o paciente)	INGENIERO BIOMÉDICO	DISEÑADOR INDUSTRIAL
	_ Planificar pruebas: definir y redactar el protocolo de pruebas.	
-Obtener la aprobación de un comité de ética si corresponde.		
_ Probar el dispositivo (el prototipo final) en el uso en tareas reales, gradualmente en situaciones de uso ficticias hasta situación real.	_ Guiar al usuario y llevar adelante pruebas con prototipo en uso gradualmente en situaciones ficticias hasta llegar a uso en contexto real.	
_ Analizar desde su experiencia de uso el funcionamiento del dispositivo y dar opiniones.	_ Evaluar deficiencias desde el funcionamiento de sistemas.	_ Evaluar deficiencias en interacción con usuario y contexto real.
_ Evaluar deficiencias en el uso del dispositivo e identificar necesidades de mejora.		

Recomendaciones sobre el desarrollo.

Esta etapa debe ser planificada al detalle, ya que implica la intervención en el contexto hospitalario.

La planificación de las pruebas se realiza tomando como base la evaluación de los objetivos y especificaciones proyectadas en el Brief, y se plasma en el protocolo de pruebas.

Se aplican técnicas para realizar pruebas en contexto de uso real y con usuarios reales. Se determinará la aplicación de técnicas grupales o individuales según el uso que tendrá el dispositivo.

Durante las pruebas se documenta el acuerdo (o desacuerdo) entre lo que fue proyectado en el Brief y lo que sucede en el uso, y las especificaciones del prototipo logrado.

Resultados de la etapa

Necesidades de mejora reconocidas y evaluadas, vuelta a la implementación o generación de alternativas para su mejora.

Documentos

Planificación de la evaluación, informes de pruebas.

4.5_ CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS

En la sección anterior se habló de recomendaciones para el desarrollo de cada una de las etapas, mencionando qué tipo de técnicas pueden ser adecuadas para lograr los objetivos de cada una. Los tipos de técnicas refieren a características compartidas por varias técnicas, que nos permiten clasificarlas para facilitar la selección; por ejemplo las que se realizan de forma presencial, o en las que el usuario desempeña un rol activo, o con las que se obtiene información contextual sobre lo investigado y no sobre detalles particulares.

La clasificación y definiciones de los criterios que se presentan a continuación fueron realizados de forma muy resumida y con objeto de proporcionar información básica que pueda ayudar en la selección de las mismas para el desarrollo de cada proyecto.

Criterios de clasificación de las técnicas según la fase del proceso de diseño.

investigación contexto/ usuario/uso	técnicas sirven para investigar sobre el usuario, el contexto y el uso del dispositivo o situación problemática.
análisis antecedentes	sirven para analizar otros dispositivos: resoluciones anteriores al mismo problema, dispositivos similares. Pueden ser para analizarlos desde la resolución funcional, los elementos visuales utilizados, los materiales y formas de producción, los problemas de usabilidad que presentan, la evolución en el tiempo, etc
generación de alternativas	técnicas sirven para generar y evaluar alternativas y para integrar al usuario en la generación y evaluación. Se utilizan para generar alternativas a nivel de conceptos y también a nivel de resoluciones detalladas de un concepto.
validación y evaluación	técnicas se utilizan para evaluar el funcionamiento del dispositivo, probarlo con el usuario y encontrar errores a mejorar. Para conocer la opinión de los futuros usuarios sobre las decisiones de diseño y las soluciones propuestas.
resolución detallada	herramientas para representar y comunicar efectivamente los aspectos técnicos y constructivos del producto.

Criterios de clasificación de las técnicas según sus características.

cantidad de participantes	grupal	la técnica se realiza en grupo, ya sea por parte de los desarrolladores o los usuarios. Puede ser que se realice el estudio sobre más de un usuario o sobre un contexto real donde hay muchos usuarios.
	individual	un usuario a la vez y/o un desarrollador a la vez.
duración	corta	requiere menos de dos horas para realizarla
	larga	requiere más de tres horas
	sostenida tiempo	se realiza varias veces en el correr de los días o bien sostenidamente durante unos días.
presencia dispositivo	sin prototipo/ equipo	la realización del estudio no requiere que el prototipo esté presente durante el mismo.
	con prototipo/ equipo	la realización del estudio requiere que el prototipo (equipo o prototipo parcial) esté presente.

información	info contextual	información obtenida es a nivel sistema, sobre la dinámica de las tareas, necesidades del lugar de trabajo e interacción de partes dentro del contexto.
	info detallada	información obtenida es a nivel detallado, de aspectos específicos de la realización de una tarea o dispositivo.

realización	presencial	realización del estudio en contexto real de uso o en laboratorio cara a cara
	remota	realización mediante medios como mail o teléfono, análisis de grabaciones de lugar de trabajo o de registros.

preparación previa	experiencia necesaria	es necesario que el investigador sepa aplicar y manejar la técnica para realizarla correctamente
	planificación al detalle	es necesario planificar al detalle el desarrollo de la técnica
	sin gran planificación	no es necesario una planificación detallada, se puede planificar sobre la marcha.

rol usuario	sin usuario	el tema investigado no implica la participación del usuario
	observación sin intervención	el usuario no participa activamente del estudio si bien él o sus tareas son observadas de forma presencial o remota
	entrevista/opinión	usuario participa verbalmente de la investigación, no realizando tareas.
	participación activa	usuario participa realizando tareas o probando uso de prototipos, o bien es observado mientras realiza su trabajo.

4.6_ TÉCNICAS DISTRIBUIDAS EN LAS ETAPAS DEL PROCESO DE DESARROLLO

1_IDEAy Proyección	2_Investigación y análisis	3_Especificación / Brief	4_Alternativas Diseño y Valoración	4_VALIDACIÓN + REVISIÓN	5_Implementación	6_VERIFICACIÓN: Pruebas clínicas
listas de comprobación de puntos de análisis	estudio de fundamentos teóricos	listas de comprobación requisitos	para generar alternativas	para evaluación sin usuario	dibujos técnicos y de presentación	tests de usabilidad
entrevista informal (con lista)	estudio de normativas relacionadas contexto, uso e interacción	requisitos fundamentados y jerarquizados	brainstorming	secuencia de uso/ storyboards	fichas armado y operación	prot. De descubrimiento conjunto
indagación contextual y observación de campo	indagación contextual y observación de campo	diagrama de estados	mapa mental	listas de comprobación (brief)	flujo productivo	protocolo de preguntas
relevamiento de antecedentes	mapeo del contexto y tareas		diseño paralelo	recorrido cognitivo	manual de uso	prot. de pensamiento manif
	mapeo de contexto por usuario	VALIDACIÓN DE BRIEF	Estructura Funcional Básica	evaluación heurística		cuestionario de usabilidad
VALIDACIÓN DE CONCEPTO	entrevistas	entrevista	modelo de Red de Pesca	matriz comparativa		prueba de prototipos en situación de uso
grupos focales	grupos focales	grupos focales	estructura funcional	prototipado rápido	para validar con usuario	listas de comprobación
entrevista	cuestionarios	secuencia de uso/storyboards	cuadro morfológico		grupos focales	escenarios
	análisis cognitivo de tareas	escenarios	principios de solución		entrevistas	
	análisis jerárquico de tareas		diagrama de estados	para valorar e iterar	cuestionario de usabilidad	
	Test KIU			secuencia de uso/storyboards	Test KIU	
	cuestionario de usabilidad			listas de comprobación	tests de usabilidad	
	grafo de componentes			recorrido cognitivo	prot. De descubrimiento conjunto	
	antecedentes de producto y función			evaluación heurística	protocolo de preguntas	
	principios básicos de funcionam.			matriz comparativa	protocolo de pensamiento manif	
	análisis de función			prototipado rápido	secuencia de uso/storyboards	
	modelo de sistema			tablas comparativas	escenarios	
	línea de tiempo		para generar con usuario		prototipado rápido	
	referencia y análisis sectores afines		grupos focales			
	grafo de componentes		mapa mental			
	diagrama de estados		diagramas de afinidad			
	condiciones constructivas/productivas		modelo de KANO			
	relevamiento fotográfico productos desarmados		listas de comprobación			
	análisis estructural y dimensional: tabla de componenetes.		prototipado rápido			
	estudio tecnologías relacionadas		diagrama Cómo?-Cómo?			
	flujo productivo					
	ANÁLISIS DE INFORMACIÓN					
	Clasificación en categorías					
	Mapa de contexto					
	Mapa de tareas					
	Modelo de sistema fisiológico					
	Escenarios					
	Personas					

4.7 _ CLASIFICACIÓN DE TODAS LAS TÉCNICAS

Por fase del proceso de diseño_

fase del proceso de diseño					
investigación contexto/usuario/uso	análisis antecedentes	procesar info especificación	generaci. Alternativas	validación y evaluación	resolución detallada

listas de comprobación investigación	+		+		
indagación contextual y observación de campo	+				
mapeo de contexto por usuario	+				
mapa del contexto y tareas	+		+		
diagrama de estados	+	+	+	+	
escenarios	+		+	+	+
entrevistas	+				+
grupos focales	+			+	+
cuestionarios	+	+			+
registro por usuario	+	+			+
análisis cognitivo de tareas	+	+			
análisis jerárquico de tareas	+	+			
Test KIU	+	+			
cuestionario de usabilidad		+			+
principios básicos de funcionam.		+			
relevamiento fotográfico productos desarmados		+			
tabla de componenetes.		+			+
línea de tiempo		+			
referencia y análisis sectores afines		+		+	
flujograma productivo		+			+
secuencia de uso (storyboards)		+		+	+
grafo de componentes		+		+	
Personas			+	+	+

fase del proceso de diseño					
investigación contexto/usuario/uso	análisis antecedentes	procesar info especificación	generaci. Alternativas	validación y evaluación	resolución detallada

escenarios	+		+	+	+
listas de comprobación requisitos			+	+	+
requisitos fundamentados y jerarquizados			+	+	+
modelo de Red de Pesca				+	
estructura funcional		+		+	
cuadro morfológico				+	
principios de solución				+	
brainstorming				+	
mapa mental				+	
diagrama Cómo?-Cómo?				+	
diseño paralelo				+	
listas de comprobación conceptos				+	
recorrido cognitivo				+	+
evaluación heurística		+		+	+
matriz comparativa				+	
tabla comparativa				+	
diagramas de afinidad				+	
modelo de KANO				+	
prototipado rápido				+	
listas de comprobación evaluación					+
TEST de usabilidad					+
prot. De descubrimiento conjunto					+
protocolo de preguntas					+
protocolo de pensamiento manifestado					+

Por características_

	cantidad de participantes		duración		presencia dispositivo	información		realización	preparación previa		rol usuario		
	individual	grupal	corta	larga		info contextual	info detallada		presencial	remota	experiencia necesaria	planificación al detalle	sin gran planificación
listas de comprobación investigación	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
indagación contextual y observación de campo		+		+		+	+	+				+	+
mapeo de contexto por usuario	+	+		+	+	+	+	+			+		+
mapa del contexto y tareas				+	+	+	+	+	+	+	+	+	
diagrama de estados			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
escenarios	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
entrevistas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
grupos focales		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
cuestionarios	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
registro por usuario	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
análisis cognitivo de tareas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
análisis jerárquico de tareas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Test KIU	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
cuestionario de usabilidad	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
principios básicos de funcionam.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
relevamiento fotográfico productos desarmados		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
tabla de componenetes.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
línea de tiempo		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
referencia y analisis sectores afines		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
flujograma productivo		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
secuencia de uso (storyboards)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
grafo de componentes		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Personas		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

	cantidad de participantes		duración		presencia dispositivo	información		realización	preparación previa		rol usuario		
	individual	grupal	corta	larga		info contextual	info detallada		presencial	remota	experiencia necesaria	planificación al detalle	sin gran planificación
escenarios	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
listas de comprobación requisitos			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
requisitos fundamentados y jerarquizados			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
modelo de Red de Pesca				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
estructura funcional			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
cuadro morfológico	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
principios de solución		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
brainstorming		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
mapa mental		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
diagrama Cómo?-Cómo?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
diseño paralelo		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
listas de comprobación conceptos	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
recorrido cognitivo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
evaluación heurística			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
matriz comparativa			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
tabla comparativa			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
diagramas de afinidad	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
modelo de KANO	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
prototipado rápido			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
listas de comprobación evaluación			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TEST de usabilidad	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
prot. De descubrimiento conjunto		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
protocolo de preguntas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
protocolo de pensamiento manifestado	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

4.8 _ DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS SUGERIDAS, CLASIFICACIÓN Y FUENTES DE CONSULTA

A continuación se realizará una descripción breve de cada una de las técnicas mencionadas y sugeridas para el desarrollo del proyecto.

asegurar que los estudiantes que utilicen la guía puedan acceder a todas las fuentes citadas.

En la descripción se identifica en qué etapa del proceso se puede utilizar cada una, qué utilidad tiene, la clasificación según los criterios manejados para facilitar la selección de las mismas, y las fuentes sugeridas para consultar sobre la forma de aplicación de cada una. Algunas de las técnicas están ampliadas en más detalle en el anexo, en esos casos se señalará para que se pueda recurrir a la información.

En la etapa de relevamiento y selección de técnicas a incluir en la guía metodológica, el estudio se centró en las que se encontró que fueron utilizadas en muchos de los proyectos de diseño de dispositivos médicos investigados. Aún así se decidió complementar este estudio relevando otras técnicas de diseño, desarrollo y evaluación fuera de las encontradas en estos proyectos. La cantidad de técnicas disponibles es de una enorme magnitud; por lo que se decidió seleccionar algunas de ellas de forma de complementar la propuesta de una serie de técnicas para cada una de las etapas del proceso. Se intentó tomar como criterio principal de selección de técnicas a incorporar, la posibilidad de las mismas de ser comprendidas y aplicadas tanto por estudiantes de diseño como de ingeniería.

Si bien existen gran cantidad de fuentes publicadas y muy relevantes sobre muchas de las técnicas mencionadas en esta sección, se eligió sugerir la consulta sobre fuentes que son accesibles de forma gratuita a través de la red Timbó* o a través de internet, para

* Timbó, Trama Interinstitucional Multidisciplinaria de Bibliografía Online. <http://www.timbo.org.uy/>

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Listas de comprobación de puntos de análisis Etapas 1 y 2	Son listas de preguntas que nos guían en la búsqueda de información, para asegurar que se adopte un enfoque sistemático y amplio en la investigación.	_Ayudan a tener en mente todos los puntos a investigar mientras se desarrolla la investigación. _Sirven como guía para profundizar en la investigación de aspectos que no aparecen en el primer análisis del problema. _Sirven para cubrir la consideración de todos los actores involucrados.		_ [12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ _ VER ANEXOS POR UN EJEMPLO DE LISTA DE COMPROBACIÓN PARA ESTA ETAPA.

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta												
Entrevista Etapas 1 y 2 y evaluación en todas las etapas.	La entrevista es una técnica de investigación en la que se interactúa directamente con el usuario, puede ser más o menos estructurada dependiendo de los objetivos.	_La entrevista sirve para obtener y documentar información acerca de opiniones y descripciones de actividades o problemas por parte de los usuarios.	<table><tr><td>contexto/usuario/uso</td></tr><tr><td>validación y evaluación</td></tr><tr><td>individual</td></tr><tr><td>corta</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>entrevista/opinión</td></tr></table>	contexto/usuario/uso	validación y evaluación	individual	corta	larga	sin prototipo/equipo	con prototipo/equipo	info contextual	info detallada	presencial	planificación al detalle	entrevista/opinión	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com
contexto/usuario/uso																
validación y evaluación																
individual																
corta																
larga																
sin prototipo/equipo																
con prototipo/equipo																
info contextual																
info detallada																
presencial																
planificación al detalle																
entrevista/opinión																

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta									
Mapeo de contexto por usuario	Es una técnica de diseño centrado en el usuario que involucra al usuario como “experto de su experiencia”. El usuario registra su experiencia del contexto a investigar ayudado por herramientas que se le brindan, y luego se comparte, reflexiona y analiza sobre la información.	_Busca proveer al usuario herramientas y enfoques de diseño para que pueda expresar una experiencia particular. _Sirve para ayudar al equipo de diseño a entender la perspectiva del usuario y a traducir esta experiencia en una solución de diseño.	<table><tr><td>contexto/usuario/uso</td></tr><tr><td>individual</td></tr><tr><td>grupal</td></tr><tr><td>sostenida en tiempo</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>participación activa</td></tr></table>	contexto/usuario/uso	individual	grupal	sostenida en tiempo	con prototipo/equipo	info contextual	presencial	planificación al detalle	participación activa	_[12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ (Punto 2.2 Contextmapping) _www.contextmapping.com _http://maketools.com _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
contexto/usuario/uso													
individual													
grupal													
sostenida en tiempo													
con prototipo/equipo													
info contextual													
presencial													
planificación al detalle													
participación activa													
Etapas 2													

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta											
Indagación contextual y observación de campo	Se trata de un tipo de observación e indagación inmersa en el contexto. El observador intenta meterse lo más posible en el contexto y observar todos sus elementos, actores, interacción, dinámicas. El contexto se observa en su funcionamiento normal sin que se realicen pruebas o acciones particulares para la observación, si bien implica interacción social entre el observador y los actores del contexto.	_Se aplica cuando se necesita conocer más acerca de los aspectos que rodean el uso de un producto y establecer patrones de conducta comunes a una variedad amplia de usuarios inmersos en un determinado contexto. _Ayuda a establecer los primeros requerimientos del usuario así como otros elementos a incorporar en diseños preliminares.	<table><tr><td>contexto/usuario/uso</td></tr><tr><td>grupal</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sostenida en tiempo</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planif. al detalle</td></tr><tr><td>obs. sin interv. usuario</td></tr><tr><td>entrevista/opinión</td></tr><tr><td>participación activa</td></tr></table>	contexto/usuario/uso	grupal	larga	sostenida en tiempo	con prototipo/equipo	info contextual	presencial	planif. al detalle	obs. sin interv. usuario	entrevista/opinión	participación activa	_Fundación SIDAR, recursos, recopilación de métodos de indagación. Accesible online enhttp://www.sidar.org/recursos/traduc/es/visitable/indagacion/Indg.htm _ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CE-DAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. _ [6] Amorim, S. and Hernández, X. (2005). Diseño hospitalario [tesis]. Montevideo, Escuela Universitaria Centro de Diseño, Farq., Universidad de la República, 2005. _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
contexto/usuario/uso															
grupal															
larga															
sostenida en tiempo															
con prototipo/equipo															
info contextual															
presencial															
planif. al detalle															
obs. sin interv. usuario															
entrevista/opinión															
participación activa															
Etapas 1 y 2															

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Grupos focales	Se trata de grupos de discusión guiada sobre un tema.	_ Puede ser usada durante todo el proceso, para formular o evaluar diseños, en las etapas de investigación, de generación de alternativas y de evaluación. _ Sirve para descubrir opiniones grupales sobre un tema. No opiniones individuales. _ Puede ser útil para lograr consenso en requerimientos para el diseño. _ Permite a los grupos expresar y discutir ideas sobre problemas y soluciones posibles de forma guiada.	contexto/usuario/uso generaci. Alternativas validación y evaluación grupal larga sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info contextual presencial entrevista/opinión	[8] Martina, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics. Applied Ergonomics. Volumen 39, páginas 271-283. [9] Garmer K., Ylvén J., Karlsson M., (2004). User participation in requirements elicitation comparing focus group interviews and usability tests eliciting usability requirements for medical equipment: a case study. International Journal of Industrial Ergonomics, Volumen 33, páginas 85-98. _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
Etapas 2 y 4, evaluación en todas las etapas.				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Cuestionarios	Son listas escritas de preguntas de respuesta cerrada que se utilizan en la obtención de información por parte del usuario.	_ La técnica de cuestionarios puede adaptarse según el tipo de información que se desee obtener del usuario, pudiendo ser de preferencia, de usabilidad, de realización de tareas, etc. _Puede ser usada tanto para investigar previo al inicio del proceso de diseño como para evaluar durante todo el proceso. _Sirve para obtener información específica sobre el tema de interés, ya que deja poco lugar a que las respuestas se desvíen del tema. _Es de utilidad para obtener información de gran cantidad de usuarios, ya que no es necesario guiar al mismo en las respuestas. Para ello las preguntas deben ser autoexplicativas y ser probadas con pocos usuarios previo a la aplicación en la muestra total. _Es útil cuando tenemos aspectos concretos del diseño sobre los que queremos obtener la opinión de los usuarios.	contexto/usuario/uso análisis antecedentes validación y evaluación individual corta sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info contextual info detallada remota planificación al detalle entrevista/opinión	http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/indagacion/Quest.htm
Etapla 2 y evaluación en etapa 4.				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Registro por usuario	_Consisten en sesiones donde se solicita de los usuarios que registren sus acciones y observaciones a lápiz y papel mientras están interactuando con un determinado producto. _Se aplica en las etapas iniciales de investigación de antecedentes y de tareas y etapas de evaluación de prototipos.	_Se trata de una técnica de aplicación remota. _Sirve para obtener información del uso del dispositivo cuando no se pueden realizar pruebas presenciales, o como una primera etapa de pruebas.	contexto/usuario/uso análisis antecedentes validación y evaluación individual corta larga con prototipo/equipo info contextual info detallada remota planificación al detalle participación activa	http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/indagacion/Self.htm _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
Etapla 2 y evaluación en etapla 4				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Análisis jerárquico de tareas	_Es una técnica de análisis sistemático de tareas existentes. _Resulta en una descripción de cómo es realizada una tarea y el número de operaciones que debe hacer el usuario para completarla. _Se aplica en la etapa inicial de investigación, evaluación de antecedentes en otros dispositivos.	_Sirve para identificar puntos críticos de una tarea o sistema, para reforzar esos puntos en el diseño. _Identifica problemas de usabilidad como tareas demasiado complejas y secuencias ilógicas.	contexto/usuario/uso análisis antecedentes individual grupal larga con prototipo/equipo info detallada presencial experiencia necesaria planificación al detalle sin usuario obs. sin interv. usuario	[17] LILJEGREN, Erik. (2006). Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics 36 (2006) 345–352 _ http://www.cwsvt.com/Conference/Functional%20Assessment/Task%20Analysis%20Techniques.pdf _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
	Etapa 2			

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Análisis cognitivo de tareas	Es una técnica de análisis sistemático de tareas y operaciones en el uso de un producto, orientada a encontrar puntos críticos a nivel de carga mental para el usuario.	_Sirve para identificar los requerimientos cognitivos y demandas mentales del usuario en la interacción con los dispositivos y tareas. _Es útil cuando la tarea involucra decisiones e interacciones complejas. _Es una técnica que se usa integrada en la investigación junto con otras técnicas, ya que sirve para profundizar sobre aspectos de la investigación.	contexto/usuario/uso	[8] Martina, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics. Applied Ergonomics. Volumen 39, páginas 271-283. _WBI EVALUATION GROUP. NEEDS ASSESSMENT KNOWLEDGE BASE, COGNITIVE TASK ANALYSIS. 2009. Disponible online en: http://siteresources.worldbank.org/WBI/Resources/213798-1194538727144/3Final-Cog_Task_Analysis.pdf
			análisis antecedentes	
			individual	
			grupal	
			larga	
			con prototipo/equipo	
			info detallada	
			presencial	
			experiencia necesaria	
Etapla 2			planificación al detalle	
			sin usuario	
			obs. sin interv. usuario	

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Test KIU	_El test KIU es un tipo de cuestionario, que se utiliza normalmente con usuarios que han utilizado un producto habitualmente, para investigar sobre su experiencia con el producto. _Es un test formado por preguntas cerradas con una escala de respuestas, donde la persona responde a las preguntas de forma rápida	_El objetivo principal es conocer los problemas importantes y frecuentes, así como la valoración global de usabilidad del producto.	contexto/usuario/uso análisis antecedentes individual corta sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info detallada presencial planificación al detalle entrevista/opinión	_ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Cuestionario de usabilidad	Es un tipo de test de comparación.	Sirve para comparar productos distintos, midiendo la efectividad de elementos concretos o comprobando cómo se presenta el producto nuevo frente a los de la competencia.	análisis antecedentes validación y evaluación individual corta larga con prototipo/equipo info contextual info detallada presencial planificación al detalle entrevista/opinión participación activa	_[11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. <u>VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN</u>
Etapla 2 y evaluación en etapa 4.				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Principios básicos de funcionamiento	Se trata de un tipo de análisis de productos de referencia basado en el funcionamiento.	_Para analizar productos de referencia. _Se utiliza sobre productos que cumplen la misma función o similar. _Para conocer el funcionamiento básico del producto. _Para conocer cuáles son las partes indispensables a respetar para su diseño. _Para saber dónde están los puntos críticos, como se podría hacer para mejorar.	análisis antecedentes corta con prototipo/equipo info detallada sin gran planificación sin usuario	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com _Bonsiepe, Gui; Kellner, Petra; Poessnecker, Holger. (1984). Metodologia Experimental. Desenho Industrial. Brasilia: CNPq/Coordenação Editorial.
Etapla 2.				_VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Relevamiento fotográfico de productos desarrollados	Se trata de una forma de análisis de productos de referencia basada en la observación.	_Sirve para entender cuáles son los componentes básicos de los productos de referencia y documentarlos. _Para analizar elementos constructivos de los productos de referencia.	análisis antecedentes	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com _Bonsiepe, Gui; Kellner, Petra; Poessnecker, Holger. (1984). Metodología Experimental. Desenho Industrial. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial. _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
			corta	
			con prototipo/equipo	
			info detallada	
			sin gran planificación	
			sin usuario	
Etapa 2.				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta							
Tabla de componentes.	Se trata de una técnica de análisis constructivo de producto.	_Para analizar cómo se resuelve la configuración de los productos de referencia, los procesos productivos de sus componentes y las uniones entre ellos. _A través de este análisis pueden tomarse soluciones existentes y crear nuevas soluciones que simplifiquen la producción o mejoren cuestiones de resistencia, etc. del nuevo producto.	<table><tr><td>análisis antecedentes</td></tr><tr><td>resolución detallada</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr></table>	análisis antecedentes	resolución detallada	larga	con prototipo/equipo	info detallada	planificación al detalle	sin usuario	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com _Bonsiepe,Gui. (1978). Teoría y prácticla del diseño industrial. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A. _VER FICHA DESCRIPTIVA DE LA TÉCNICA EN ANEXO PARA MAYOR EXPLICACIÓN
análisis antecedentes											
resolución detallada											
larga											
con prototipo/equipo											
info detallada											
planificación al detalle											
sin usuario											
Etapa 2 y 5.											

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta							
Flujograma productivo Etapa 2 y 5.	Es una técnica de análisis de la dinámica productiva, basada en la representación gráfica de los procesos y secuencias de la producción de un producto.	_Sirve para analizar la dinámica productiva de los productos de referencia o del producto proyectado, identificar los procesos paralelos y caminos críticos, con la finalidad de tomar soluciones existentes y crear nuevas soluciones que mejoren la eficiencia productiva en el proyecto.	<table><tr><td>análisis antecedentes</td></tr><tr><td>resolución detallada</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr></table>	análisis antecedentes	resolución detallada	larga	con prototipo/equipo	info detallada	planificación al detalle	sin usuario	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com
análisis antecedentes											
resolución detallada											
larga											
con prototipo/equipo											
info detallada											
planificación al detalle											
sin usuario											

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Referencia y análisis sectores afines Etapa 2 y 4.	Se trata de una técnica de análisis de productos de referencia fuera de los antecedentes directos del producto.	_ Sirve para tomar como referencia soluciones de otros sectores de producto que pueden ser aplicables al sector en cuestión. _ Es una herramienta que estimula la creatividad y la variedad de soluciones.	análisis antecedentes generaci. Alternativas corta con prototipo/equipo planificación al detalle sin gran planificación sin usuario	_ Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com _ Baxter, Mike. (2000, 2ªEd.) . Projeto de Produto. Sao Paulo: Editora Edgar Blücher.

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Secuencia de uso / Storyboards Etapa 2, 3 y 4, evaluación en todas las etapas.	Se trata de una técnica de descripción y análisis de la secuencia y situación de uso de un producto o concepto, plasmada mediante imágenes o dibujos.	_ Sirve para identificar cuáles son las diferentes instancias de uso del producto y evaluar si considera o no todas las posibilidades de uso y manipulación. _ Brinda una descripción visual que personas de diferentes contextos y conocimientos pueden comprender. _ Sirve para comunicar ideas sobre situaciones y formas de uso a los usuarios. _ Muestra de forma integrada dónde y cuando se usa el producto, como es su secuencia de uso, y el tipo de usuario y actitud del mismo.	análisis antecedentes generaci. Alternativas validación y evaluación larga sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info contextual info detallada presencial planificación al detalle entrevista/opinión	_ [12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ _ Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com _ http://creatingminds.org/tools/storyboarding.htm

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Línea de tiempo Etapa 2.	Se trata de una técnica de análisis diacrónico de referencias de producto, plasmada gráficamente en una línea temporal.	_ Muestra la evolución del producto a diseñar, morfológicamente, tecnológicamente y funcionalmente. _ Puede servir para deducir las tendencias a futuro del tipo de producto estudiado.	análisis antecedentes larga sin prototipo/equipo planificación al detalle sin usuario	_ Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta							
Grafo de componentes Eta 2.	Se trata de una técnica de análisis de interacción del producto, que se plasma de forma gráfica en un esquema de relaciones.	_Para identificar la relación entre las partes del producto, y entre estas con el usuario, saber cuáles son indispensables y no, así como analizar qué pasa si se cambian estas relaciones. _Con esta técnica se pueden sugerir nuevas formas de interacción con el usuario o con el contexto.	<table><tr><td>análisis antecedentes</td></tr><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>corta</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>sin gran planificación</td></tr></table>	análisis antecedentes	generaci. Alternativas	sin usuario	corta	con prototipo/equipo	info detallada	sin gran planificación	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com
análisis antecedentes											
generaci. Alternativas											
sin usuario											
corta											
con prototipo/equipo											
info detallada											
sin gran planificación											

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta							
Personas Eta 2, 3 y 4.	Las personas son herramientas de representación de los grupos de usuarios elaborados a partir de los datos obtenidos de la investigación de campo.	_Es una herramienta de presentación de los datos obtenidos en el campo, para promover la generación de soluciones a los problemas a los que se enfrenta un usuario en una situación dada. _Sirve para ordenar, agrupar y sintetizar la información relevante sobre los usuarios encontrados. _Sirve para considerar a los usuarios en relación a la situación y contexto de uso, ya que implica información sobre motivaciones y objetivos hacia la tarea.	<table><tr><td>procesar info especificar</td></tr><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr></table>	procesar info especificar	generaci. Alternativas	sin usuario	larga	sin prototipo/equipo	info contextual	planificación al detalle	[6] Amorim, S. and Hernández, X. (2005). Diseño hospitalario [tesis]. Montevideo, Escuela Universitaria Centro de Diseño, Farq., Universidad de la República, 2005.
procesar info especificar											
generaci. Alternativas											
sin usuario											
larga											
sin prototipo/equipo											
info contextual											
planificación al detalle											

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Escenarios 				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta									
Listas de comprobación para generación de requisitos de diseño	Son listas de preguntas que nos guían en la generación de la especificación para el proyecto, para asegurar que se adopte un enfoque sistemático y no se dejen aspectos sin considerar.	_Sirven como guía para ordenar, sintetizar y llegar a conclusiones desde la información obtenida en la investigación. _Ayudan a tener en consideración todos los aspectos que se deben cubrir en la especificación. _Los requisitos de diseño son objetivos específicos que todas las alternativas proyectadas deben cumplir.	<table><tr><td>procesar info especificar</td></tr><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>validación y evaluación</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr></table>	procesar info especificar	generaci. Alternativas	validación y evaluación	sin usuario	larga	sin prototipo/equipo	info contextual	info detallada	planificación al detalle	_[12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/
procesar info especificar													
generaci. Alternativas													
validación y evaluación													
sin usuario													
larga													
sin prototipo/equipo													
info contextual													
info detallada													
planificación al detalle													
Etapa 2 y 3.													

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Requisitos fundamentados y jerarquizados Etapa 3 y 4 y evaluación.	Se trata de una forma de organización y jerarquización de las conclusiones de la investigación.	_ Los requisitos de diseño son objetivos específicos y parámetros condicionantes del proyecto. _ La lista de requisitos fundamentados y jerarquizados sirve para diferenciar, jerarquizar y seleccionar requisitos. _ Para ordenar el proceso de diseño y orientar el proceso proyectual en relación a los objetivos planteados. _ La jerarquización sirve para identificar requisitos no indispensables que pueden ser de utilidad para generar alternativas diferentes.	procesar info especificar generaci. Alternativas validación y evaluación sin usuario larga sin prototipo/equipo info contextual info detallada planificación al detalle	_ Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com _[12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Estructura funcional Etapa 2 y 4.	Se trata de un modelo que describe las funciones y partes de un producto y la relación entre ellas de forma abstracta, aplicable en niveles subsecuentes de detalle.	_ En el análisis de antecedentes sirve para analizar y determinar las funciones y partes principales y sub funciones de un producto y la relación entre ellas. _ En el inicio de la creación de alternativas sirve para determinar la función principal y sub funciones importantes a cubrir, y las relaciones entre ellas. _ Se aplica en niveles subsecuentes de análisis. El primer nivel, la estructura funcional básica, sirve para ordenar el proceso de generación de alternativas. _ Estimula la creatividad en la resolución de funciones y ayuda a distanciarse de los componentes y soluciones conocidas en el tipo de producto. _ Posibilita la exploración y comparación de resoluciones funcionales en un nivel abstracto.	análisis antecedentes generaci. Alternativas sin usuario larga sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info detallada planificación al detalle	_[12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta					
Modelo de red de pesca Etapas 4.	Se trata de un modelo sistemático de fases de creación y para llegar desde la etapa de definición de la estructura funcional básica hasta una alternativa detallada de diseño.	_ Sirve para guiar la exploración en la creación de alternativas en niveles subsecuentes de resolución de diseño. _ Para generar múltiples alternativas de diseño, clasificarlas, evaluarlas frente a los requisitos y profundizar sucesivamente.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>sostenida en tiempo</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr></table>	generaci. Alternativas	sin usuario	sostenida en tiempo	sin prototipo/equipo	planificación al detalle	_[12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/
generaci. Alternativas									
sin usuario									
sostenida en tiempo									
sin prototipo/equipo									
planificación al detalle									

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta									
Cuadro morfo-lógico	Es una técnica sistemática de generación de ideas y alternativas de resolución funcional.	_ Sirve para generar ideas de una forma analítica y sistemática. _Se aplica al inicio de la etapa de alternativas, a partir de la estructura funcional. _Se aplica en niveles subsecuentes de resolución. _Puede realizarse con la participación de los usuarios, generando ideas desde la experiencia.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>individual</td></tr><tr><td>grupala</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>participación activa</td></tr></table>	generaci. Alternativas	individual	grupala	larga	sin prototipo/equipo	info contextual	info detallada	planificación al detalle	participación activa	[12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/
generaci. Alternativas													
individual													
grupala													
larga													
sin prototipo/equipo													
info contextual													
info detallada													
planificación al detalle													
participación activa													
Etapas 4.													

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta								
Principios de Solución	Es una técnica de definición de conceptos y resoluciones de diseño, complementaria al cuadro morfológico.	_ Sirve para definir, comparar y profundizar posibles caminos de combinación de resoluciones dentro del cuadro morfológico. _ Se aplica en niveles subsecuentes de resolución. Se definen principios de solución para las diferentes sub partes y se integran en soluciones completas. _ La combinación de principios de solución para las partes del producto (definidas en la estructura funcional básica), forman la solución principal.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>experiencia necesaria</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr></table>	generaci. Alternativas	sin usuario	larga	sin prototipo/equipo	info contextual	info detallada	experiencia necesaria	planificación al detalle	_[12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/
generaci. Alternativas												
sin usuario												
larga												
sin prototipo/equipo												
info contextual												
info detallada												
experiencia necesaria												
planificación al detalle												
Etapas 4.												

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Diagrama de estados	Muestra la secuencia de estados que un objeto o una interacción pueden atravesar durante su existencia en respuesta a los estímulos que vayan recibiendo, junto con las correspondientes respuestas y acciones.	_ Sirve para definir la estructura de funcionamiento del problema o del concepto de dispositivo. _ Tiene relación directa con la secuencia de uso, pero enfocado a los estados abstractos por los que pasa el objeto de estudio. _ Se puede utilizar durante todo el proceso del proyecto, en diferentes niveles de aplicación. Es útil para analizar la estructura de un problema, y para definir conceptos de funcionamiento de las alternativas.	contexto/usuario/uso análisis antecedentes procesar info especificar generaci. Alternativas corta larga sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info contextual info detallada planificación al detalle sin usuario	_http://www.infor.uva.es/~mlaguna/cd/cd5.pdf

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta								
Brainstorming	Se trata de una técnica de generación de ideas creativa y grupal, a través de la cual se obtienen gran variedad de ideas.	_ Sirve para generar gran cantidad de ideas de forma grupal, en base a un eje temático. _ Para relacionar que los participantes integren y mejorar las ideas grupalmente. _ Para integrar el pensamiento de diferentes tipos de usuarios y el equipo desarrollador al generar alternativas. _ Ayuda a pensar fuera de nuestra forma convencional, ya que se integran las formas de pensar de todos los participantes.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>grupal</td></tr><tr><td>corta</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>participación activa</td></tr></table>	generaci. Alternativas	grupal	corta	sin prototipo/equipo	info contextual	presencial	planificación al detalle	participación activa	[6] Amorim, S. and Hernández, X. (2005). Diseño hospitalario [tesis]. Montevideo, Escuela Universitaria Centro de Diseño, Farq., Universidad de la República, 2005. _ http://creatingminds.org/tools/brainstorming.htm
generaci. Alternativas												
grupal												
corta												
sin prototipo/equipo												
info contextual												
presencial												
planificación al detalle												
participación activa												

Etapa 4.

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Mapa mental Etapa 4.	Se trata de una técnica de generación y representación gráfica de ideas y aspectos alrededor de un tema central.	_ Sirve para abordar temas relacionando y profundizando con asociaciones mentales. _ Para visualizar el problema con un mapa de sus aspectos y la relación entre ellos. _ Para identificar prioridades y causas dentro del problema.	generaci. Alternativas grupal corta sin prototipo/equipo info contextual presencial sin gran planificación sin usuario participación activa	_ [12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ http://creatingminds.org/tools/how_how.htm

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Diagrama Cómo?-Cómo? Etapa 4.	Es una técnica de exploración basada en el cuestionamiento sucesivo de los niveles de resolución de un concepto.	_ Para examinar el concepto subdividido en partes y sub-conceptos de resolución. _ Sirve para guiar la exploración de detalles sobre un concepto. _ Para guiar la generación de diferentes alternativas de resolución a un mismo concepto.	generaci. Alternativas individual grupal corta sin prototipo/equipo presencial sin gran planificación sin usuario participación activa	_ http://creatingminds.org/tools/how_how.htm

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Diseño paralelo Etapa 4.	Es una técnica de generación y priorización de alternativas de diseño realizadas de forma independiente por los desarrolladores, para valorar después las diferentes alternativas en grupo.	_ Sirve para coordinar el trabajo del equipo de desarrollo. _ Para aplicarla es necesario que todos los participantes tengan bien definidos los requisitos de diseño del proyecto. _ Al evaluar los diseños sirve para combinar ideas de resolución y mejorar las propuestas grupalmente. _ Sirve para desarrollar partes del trabajo de forma remota y luego ponerlas en común.	generaci. Alternativas grupal larga presencial remota planificación al detalle sin usuario entrevista/opinión	_ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia.

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta									
Listas de comprobación conceptos	Son listas de preguntas que nos guían en la generación y profundización de alternativas, para desarrollar un enfoque sistemático y considerar todos los aspectos posibles a trabajar.	_Sirven como guía para sistematizar el proceso de resolución de conceptos. _Ayudan a la creatividad y el pensamiento divergente, ya que nos llevan a cuestionar y trabajar sobre aspectos que no habíamos considerado. _Se pueden utilizar como guía en las sesiones de Brainstorming. _Se debe decidir qué tipo de listas usar según los atributos del concepto de producto. _Se utilizan diferentes niveles de listas para los niveles de desarrollo. _Se aplican sobre un primer concepto definido de solución.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>sin prototipo/equipo</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>participación activa</td></tr></table>	generaci. Alternativas	sin prototipo/equipo	con prototipo/equipo	info contextual	info detallada	presencial	planificación al detalle	sin usuario	participación activa	_ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. _ [12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ _ Lista CATWOE: http://creatingminds.org/tools/catwoe.htm
generaci. Alternativas													
sin prototipo/equipo													
con prototipo/equipo													
info contextual													
info detallada													
presencial													
planificación al detalle													
sin usuario													
participación activa													
Etapas 4.													

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta										
Recorrido cognitivo	Se trata de una técnica de evaluación de prototipos dentro del equipo de desarrollo, antes de pasar a la evaluación con usuarios reales.	_ Sirve para evaluar y mejorar el diseño antes de pasar a las pruebas con usuarios reales. _ Evalúa la facilidad con la que un usuario puede realizar exitosamente una tarea con el prototipo. _ Para encontrar errores grandes iterativamente mientras se desarrolla. _ Es útil cuando no es fácil acceder a los usuarios reales para realizar pruebas durante el desarrollo.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>validación y evaluación</td></tr><tr><td>individual</td></tr><tr><td>corta</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>sín usuario</td></tr></table>	generaci. Alternativas	validación y evaluación	individual	corta	larga	con prototipo/equipo	info detallada	presencial	planificación al detalle	sín usuario	[8] Martin, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics. Applied Ergonomics. Volumen 39, páginas 271-283. [17] LILJEGREN, Erik. (2006). Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics 36 (2006) 345–352 _ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/inspeccion/Cogn.htm
generaci. Alternativas														
validación y evaluación														
individual														
corta														
larga														
con prototipo/equipo														
info detallada														
presencial														
planificación al detalle														
sín usuario														
Etapas 4.														

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta										
Evaluación Heurística.	Se trata de una técnica de inspección de prototipos cuya finalidad es comprobar y evaluar si cada elemento del producto sigue los principios de usabilidad establecidos.	_Se inspecciona el producto por parte de expertos para detectar fallos y características, utilizando una lista de aspectos a considerar como base. _Sirve para evaluar prototipos y mejorar el diseño antes de pasar a la evaluación en contexto real. _Para encontrar errores grandes en el diseño iterativamente mientras se desarrolla. _Es útil cuando es complicado acceder a usuarios reales para realizar pruebas durante el proceso de desarrollo. _Puede ser aplicado a prototipos prontos o prototipos primarios, en diferentes etapas del proceso.	<table><tr><td>análisis antecedentes</td></tr><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>validación y evaluación</td></tr><tr><td>individual</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>con prototipo/equipo</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr></table>	análisis antecedentes	generaci. Alternativas	validación y evaluación	individual	larga	con prototipo/equipo	info detallada	presencial	planificación al detalle	sin usuario	__[8] Martin, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics. Applied Ergonomics. Volumen 39, páginas 271-283. _[11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. __[17] LILJEGREN, Erik. (2006). Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics 36 (2006) 345–352 _ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/inspeccion/Heur.htm
análisis antecedentes														
generaci. Alternativas														
validación y evaluación														
individual														
larga														
con prototipo/equipo														
info detallada														
presencial														
planificación al detalle														
sin usuario														
Etapa 2 y 4.														

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Matriz comparativa Etapas 4.	Se trata de una matriz de doble entrada con la cual se comparan las alternativas de diseño, mediante una técnica de valoración de requisitos.	_ Sirve para valorar y comparar alternativas en el contexto del Listado de Requisitos y seleccionar la que más se ajuste a ellos. _ Para identificar posibles combinaciones de soluciones planteadas en las diferentes alternativas.	generaci. Alternativas sin usuario corta sin prototipo/equipo sin gran planificación	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
tabla comparativa Etapa 4.	Se trata de una tabla de comparación de alternativas y atributos.	_ Sirve para valorar y seleccionar alternativas mediante la comparación de aspectos diferenciales para el proyecto, como pueden ser costo, peso, fuente de energía, durabilidad, etc.	generaci. Alternativas corta sin prototipo/equipo info detallada planificación al detalle sin usuario	_ SIMINI, Franco. 2007. Ingeniería Biomédica: perspectivas desde el Uruguay. Montevideo: Publicaciones de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, 2007. Disponible en Internet: http://www.nib.fmed.edu.uy/Libro%20final_%20baja%20resol.pdf

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Diagramas de afinidad Etapa 4.	Se trata de una técnica de selección y priorización de conceptos de forma grupal.	_ Sirve para generar y organizar ideas de forma grupal, sobre todo integrando a los usuarios. _ Para organizar una gran cantidad de datos de acuerdo con sus relaciones naturales	generaci. Alternativas individual grupal corta sin prototipo/equipo con prototipo/equipo info contextual info detallada presencial planificación al detalle entrevista/opinión participación activa	_[11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. _ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/tecnicas/Diag.htm

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Modelo de Kano Etapa 4.	Se trata de una técnica de investigación de las necesidades y opiniones de los usuarios frente a un concepto de prototipo.	_ Permite interpretar información de los usuarios sobre necesidades frente a alternativas que se manejan en el concepto de diseño de una forma analítica, no por preguntas directas.	generaci. Alternativas individual corta info contextual info detallada presencial planificación al detalle entrevista/opinión	_ Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad III de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: http://www.disenoycreatividad3.blogspot.com/

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta										
Prototipado rápido	Se trata de una herramienta de diseño, materialización y evaluación a través de representaciones físicas del proceso de resolución de un producto.	_Sirve para expresar, estudiar y evaluar alternativas. _Permite tener contacto con el producto o partes del mismo antes de llegar a la resolución final, para mejorarlo en el proceso. _Sirve para presentar ideas de resolución al usuario mostrando características volumétricas, visuales y de interface, y que este pueda opinar e interactuar con el mismo. _Se pueden realizar prototipos en todos los niveles del proyecto, pueden ser generales de volumen o topología, o de partes, de prueba de materiales, etc.	<table><tr><td>generaci. Alternativas</td></tr><tr><td>corta</td></tr><tr><td>larga</td></tr><tr><td>sostenida en tiempo</td></tr><tr><td>info contextual</td></tr><tr><td>info detallada</td></tr><tr><td>presencial</td></tr><tr><td>planificación al detalle</td></tr><tr><td>sin usuario</td></tr><tr><td>entrevista/opinión</td></tr></table>	generaci. Alternativas	corta	larga	sostenida en tiempo	info contextual	info detallada	presencial	planificación al detalle	sin usuario	entrevista/opinión	_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com [12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ _ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/tecnicas/Prototyping.htm
generaci. Alternativas														
corta														
larga														
sostenida en tiempo														
info contextual														
info detallada														
presencial														
planificación al detalle														
sin usuario														
entrevista/opinión														
Etapa 4.														

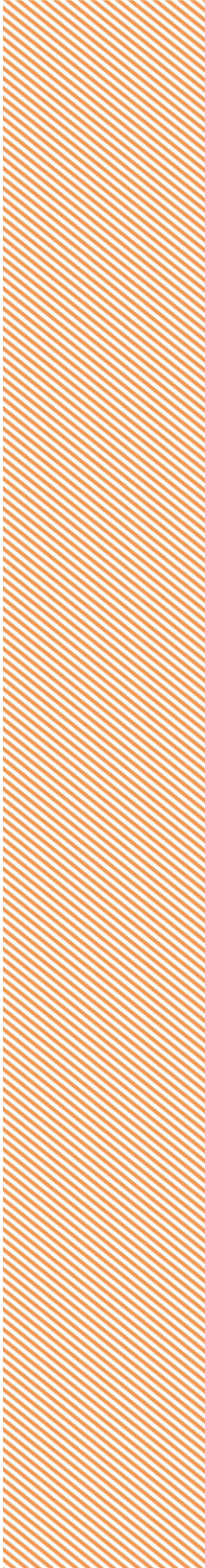
Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Listas de comprobación evaluación. Todas las etapas de evaluación.	Son listas de preguntas que nos guían en la evaluación de conceptos y prototipos, para desarrollar un enfoque sistemático.	_Sirven como guía para sistematizar el proceso de evaluación. _Se debe decidir qué tipo de listas usar según los atributos del problema o producto. _Se utilizan diferentes niveles de listas para los niveles de evaluación. _La lista de requisitos del Brief es la primer lista de comprobación frente a la que evaluar las alternativas. _Las normativas que regulan el sector de producto pueden ser fuentes de listas de comprobación para la evaluación.	validación y evaluación corta larga con prototipo/equipo info contextual info detallada presencial planificación al detalle sin usuario obs. sin interv. usuario entrevista/opinión participación activa	_[12] Delft University of Technology , Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/ _[11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia.

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Test de usabilidad	Consta de una serie de pruebas y protocolos para evaluar la usabilidad de un producto en la interacción del usuario en uso del mismo.	_ Comprende diferentes pruebas posibles a realizar para evaluar la usabilidad de un dispositivo o prototipo, cuantitativamente desde la medición de errores y cualitativamente desde la experiencia del usuario. _ Sirve para determinar aspectos a resolver en el diseño desde la medición cuantitativa de su utilización, lo cual brinda datos detallados sobre el mismo. _ Luego de realizado el test se discuten los resultados con el usuario, lo que proporciona información valiosa sobre los motivos y detalles de los errores o aspectos dificultosos del prototipo.	validación y evaluación individual grupal larga con prototipo/equipo info contextual info detallada presencial planificación al detalle participación activa	_ BASTIEN, Christian, 2008. Usability testing: a review of some methodological and technical aspects of the method Publicado en : Elsevier, international journal of medical informatics 79 (2010) e18–e23. _ http://www.usability.gov/methods/test_refine/learnusa/index.html _ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/test/gcusa_test.htm
Etapas 4, 5 y 6.				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Protocolo de descubrimiento conjunto	Se trata de una técnica de evaluación de usabilidad sobre el prototipo, realizada de a dos usuarios.	_ Sirve para evaluar la usabilidad de un prototipo en una situación de interacción entre participantes, sobre una serie de tareas estipuladas. _Al constar de dos usuarios realizando la evaluación, esta técnica genera un gran número de comentarios sobre el dispositivo, que son muy útiles para mejorar la usabilidad del mismo. _Solo es apta para casos de diseño de dispositivos que se usan en situaciones donde las personas trabajan juntas.	validación y evaluación corta con prototipo/equipo info contextual info detallada presencial planificación al detalle participación activa	_ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia. _ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/test/Co.htm
Etapas 4, 5 y 6.				

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Protocolo de preguntas Etapa 4 y 5.	Se trata de una técnica de evaluación de usabilidad sobre el prototipo con formulación de preguntas directas por parte del investigador.	_Sirve para realizar evaluaciones primarias de la usabilidad de un dispositivo o prototipo. _ La capacidad del usuario (o su ausencia) para contestar las preguntas del test sirven de ayuda para detectar qué partes de la interfaz resultan obvias y qué otras no son claras.	validación y evaluación corta larga con prototipo/equipo info detallada presencial planificación al detalle participación activa	_ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/test/Question.htm

Técnica	Descripción	Para qué sirve	Clasificación	Fuentes de consulta
Protocolo de pensamiento manifestado Etapa 4 y 5.	Es una técnica utilizada durante el test de usabilidad. Mientras el usuario realiza las tarea del test se le solicita que exprese en voz alta sus pensamientos, sensaciones y opiniones mientras interactúa con el producto.	_ Sirve para entender la aproximación del usuario a la interfaz y las consideraciones que mantiene en mente mientras hace uso de ella. _Sirve para comparar el modelo mental que genera el usuario en la interacción con el producto, con el que fue pensado al desarrollarlo. _Sirve para conocer la terminología que utiliza el usuario en contacto con el producto e incorporarla a las consideraciones del diseño o de los manuales.	validación y evaluación corta larga con prototipo/equipo info detallada presencial planificación al detalle participación activa	_ http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/test/Thinking.htm



CONCLUSIONES

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La propuesta de guía metodológica para la realización de proyectos fue compartida con docentes de ingeniería biomédica y de diseño industrial para obtener opiniones y mejorar su desarrollo, lo cual fue muy enriquecedor y necesario para la misma.

Encuentro que una carencia del proyecto es el hecho de no haber compartido la propuesta con médicos o tecnólogos del área médica para obtener sus opiniones al respecto. Los médicos se tomaron en el desarrollo de la guía como usuarios participantes del proyecto de diseño, y su participación se pensó a partir de las numerosas experiencias estudiadas en los antecedentes de proyecto.

Considero que esto se debió a que en la charla entre profesionales de ingeniería y de diseño hay una base común de conocimiento de las dinámicas de desarrollo de proyectos que facilita el discutir sobre metodologías, que no se comparte con la disciplina de la medicina, y esto fue un obstáculo a la hora de generar esas instancias.

Es una falta que tiene el proyecto que pretendo resolver cuando continúe con el mismo.

El estudio profundo de las normas internacionales al respecto de la Ingeniería de Factores Humanos, y de la aplicación de Ingeniería de Usabilidad no fue parte del proyecto. Si bien se revisaron los resúmenes disponibles y los contenidos generales de las normas, se decidió no profundizar en ellas ya que los objetivos de nuestro proyecto plantean la creación de materiales para guiar proyectos de estudiantes, y para esto se priorizó el estudio de registros de proyectos de desarrollo basados en la práctica. Consideramos que la complejidad y profundidad de las normas amerita un estudio dedicado exclusivamente a eso. Sería un proyecto de mucho interés y utilidad generar la adaptación de los contenidos de las normas a herramientas de formación para los proyectos.

La guía metodológica propuesta consta de dos partes; la guía de desarrollo propiamente dicha, y la descripción de todas las técnicas sugeridas para la aplicación en las etapas del proyecto.

En un primer momento se había pensado realizar una explicación del paso a paso de cada una de las técnicas, tomando la información las fuentes consultadas en el proyecto y de fuentes complementarias, pero posteriormente se decidió realizar una descripción breve de cada una y de su utilidad en el proceso, y sugerir fuentes de consulta para profundizar la información. Si bien la primer decisión se basaba en la utilidad de contar con toda la información junta en una misma guía, se encontró que la complejidad de la mayoría de las técnicas hace que sea más adecuado que se recurra directamente a las fuentes para poder aplicarlas correctamente.

REFLEXIONES PERSONALES

Considero que este proyecto de iniciación a la investigación ha sido una gran contribución a mi formación como investigadora. Tuve la oportunidad de proponer, planificar y desarrollar un trabajo de investigación y creo que aprendí en el proceso, si bien veo que son recién los primeros pasos. Reconozco que el trabajo de investigación puede ser muy dificultoso por momentos, y creo que es positivo el haber identificado dificultades en el camino, que son aprendizajes para seguir investigando, aunque no a todas las haya podido resolver.

El proyecto implicó etapas muy extensas de estudio de proyectos académicos de investigación, que significaron un aporte enorme a mi formación como investigadora, además de brindarme muchos conocimientos específicos en el área del diseño de dispositivos para la medicina.

Durante el desarrollo del proyecto tuve numerosas instancias de intercambio con estudiantes y docentes de ingeniería biomédica, y tuve la oportunidad de presentar parte de mi trabajo frente a un público de estudiantes, docentes y profesionales de esta disciplina. Considero que esta instancia fue de gran aporte para mi formación como investigadora, ya que implicó la exposición de mi trabajo y generó un intercambio de opiniones que aportó muchísimo al mismo.

Encontré que el tema de mi proyecto fue de gran interés para algunos de los oyentes, con quienes comparto el pensamiento de que es necesario vincular a la ingeniería biomédica con el diseño industrial en el desarrollo de equipos médicos.

En las charlas con personas provenientes de ambas disciplinas encontré que es frecuente que cada una tenga una concepción del proceso de diseño en la que su disciplina va primero, y la otra trabaja en función de lo resuelto por la primera. El diseñador tiene muchas veces un sentimiento de que primero él encuentra el problema y trabaja para definir una solución y llegar a un diseño que después con la ingeniería se implementa, y el ingeniero que primero él diseña y realiza el sistema y después el diseñador lo adapta para que sea usable. En ese sentido me parece muy interesante estar planteando una herramienta que es para que iniciemos y desarrollemos juntos todo el proceso. Seguramente al comenzar a desarrollar un proyecto con esta guía surjan situaciones a resolver a partir justamente de este tipo de dificultades que se presentan en la integración, y resolverlas va a ser lo que realmente construya la interdisciplina que se buscó propiciar con este trabajo.

CONCLUSIONES

Considero que el presente trabajo aporta conocimientos en cuanto al enfoque con el que toma el estudio de las metodologías que están siendo utilizadas en el ámbito del desarrollo de equipos médicos. Se encontraron numerosas investigaciones sobre el tema a nivel del estudio de los procesos de diseño y desarrollo en la industria; pero las que se encontraron sobre como son estos procesos a nivel educativo son muy pocas. Por esto creo que el hecho de proponer una guía para desarrollar proyectos en el ámbito formativo es un aspecto original del mismo, que aporta a un área de investigación en la que hay mucho por estudiar.

Encuentro que es también un aporte original el haber realizado el estudio y análisis, desde la perspectiva de la metodología utilizada, de algunos de los proyectos de equipos médicos que se han desarrollado en el ámbito formativo en Uruguay en los últimos 20 años. Considero que es un aporte para el desarrollo de futuros proyectos el complementar el estudio de resultados en los antecedentes con el de cómo se desarrolló el proceso para llegar a los mismos. Hasta ahora los proyectos desarrollados en el nib no habían sido analizados desde su metodología, sino desde los resultados y diseños logrados.

Se logró obtener el producto planteado como objetivo del proyecto, que se trata de una guía metodológica para el desarrollo de proyectos de equipos médicos. Esta comprende la guía propiamente dicha, para aportar a la planificación y el desarrollo del proyecto etapa por etapa, y la descripción de todas las técnicas sugeridas para la aplicación en los proyectos. Considero que ambos productos satisfacen las expectativas planteadas, ya que obtuve opiniones favorables de docentes que guían el desarrollo de este tipo de proyectos hoy en día, si bien entiendo que su utilidad real no puede ser juzgada hasta no evaluarla sobre su aplicación real al trabajo de campo.

AGRADECIMIENTOS

Gracias por ser parte del proyecto.

Franco Simini

Daniel Bergara

Rita Soria

Docentes de la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la EUCD

Y por acompañar y apoyar siempre.

Maia Urruty

Joaquín Rodríguez

Mirna Frascarelli

REFERENCIAS

[1] Simini, F., Píriz, H., Scarone, C. (2004). Proyectos de Ingeniería Biomédica, Tecnologías desarrolladas en la Universidad disponibles para el país. Revista de la Asociación de Ingenieros del Uruguay, volumen abril, páginas 16-21.

[2] Simini, F; Haim, F; Lobo, J; González, S., (2003). "Biomedical Prototype Development in Uruguay: 15 years and lessons learned". WC2003 Sydney, Australia - agosto 2003

[3] Malhotra, S.; Laxmisan A.; Keselman, A.; Zhang J., and Patel V. L. (2005) Designing the design phase of critical care devices: a cognitive approach. Elsevier, Journal of Biomedical Informatics. Vol 3, páginas 34-50.

[4] Bürdek, B. E. (1994). Historia, teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A. Citado y aplicado en: materiales teóricos para de la Cátedra Diseño y Creatividad IV, Escuela Universitaria Centro de Diseño, Universidad de la República, 2010.

[5] Organización Internacional de Normalización, ISO/IEC 62366:2007 Medical devices -- Application of usability engineering to medical devices. 2007.

[6] Amorim, S. and Hernández, X. (2005). Diseño hospitalario [tesis]. Montevideo, Escuela Universitaria Centro de Diseño, Farq., Universidad de la República, 2005.

[7] Garmer K., Liljegren E., Osvalder A.L. and Dahlman S. (2002). Arguing for the need of triangulation and iteration when designing medical equipment. Journal of Clinical Monitoring and Computing. Volumen 17-2, páginas 105-114.

[8] Martin, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics. Applied Ergonomics. Volumen 39, páginas 271-283.

[9] Garmer K., Ylvén J., Karlsson M., (2004). User participation in requirements elicitation comparing focus group interviews and usability tests eliciting usability requirements for medical equipment: a case study. International Journal of Industrial Ergonomics, Volumen 33, páginas 85-98.

[10] MATCH - Multidisciplinary Assessment of Technology Centre for Healthcare. Match guide to meeting user requirements in medical device development. Disponible online en: <http://match-guide.brunel.ac.uk/> (consultado el 01/03/2012).

[11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS (Diseño de Ayudas Técnicas bajo criterios de Usabilidad) ¿Cómo obtener productos con alta usabilidad?. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia.

[12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en <http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/>

[13] Tomiyama T. , Gu P., Jin Y., Lutters D., Kind Ch., Kimura F. (2009). Design methodologies: Industrial and educational applications. Elsevier, CIRP Annals - Manufacturing Technology. Volumen 58, páginas 543 - 565 (2009).

[14] AMY L. LERNER, BRUCE H. KENKNIGHT, ARTHUR ROSENTHAL, and PAUL G. YOCK Design in BME: Challenges, Issues, and Opportunities. Annals of Biomedical Engineering, Vol. 34, No. 2, February 2006 (C _ 2006) pp. 200-208

[15] ROSS, Jacqueline. (2009). Considering the Human Factors in Patient Safety. Elsevier, Journal of PeriAnesthesia Nursing, Vol 24, No 1 (February), 2009: pp 55-56

[16] Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad III de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura., Universidad de la República. Brief de producto (disponible en <http://disenoycreatividad3.blogspot.com/p/teoricos.html>)

[17] LILJEGREN, Erik. (2006). Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics 36 (2006) 345-352

[18] American National Standards Institute/ Association for the Advancement of Medical Instrumentation, ANSI/AAMI HE75:2009, Human factors engineering -Design of medical devices.

[19] Organización Internacional de Normalización/ International Electrotechnical Commission, ISO/IEC 60601-1-6: Medical Electrical Equipment - General requirements for basic safety and essential performance -Collateral standard: Usability (2006 edition)

[20] Organización Internacional de Normalización/ International Electrotechnical Commission, ISO/ IEC 62366: Medical Devices – Application of Usability Engineering to Medical Devices

[21] Edmond W. Israelski, Abbott Labs, Overview of International Medical Device Human Factors Standards, 2012 Health-Care Symposium, Maryland, EEUU, Marzo 2012. Presentación disponible online en: <http://www.hfes.org/web/HFESmeetings/HCSpresentations/israelskistandardsppt.pdf>)

[22] American National Standards Institute/Association for the Advancement of Medical Instrumentation, ANSI/AAMI HE74:2001, Human Factors design process for medical devices.



ANEXO

FICHAS DE EXPLICACIÓN DE TÉCNICAS

CLASIFICACIÓN

En este cuadro se encuentra la clasificación de la técnica según los criterios descritos. Solo aparecen las características que corresponden a esta técnica. En muchos casos la técnica puede corresponder a varios criterios de una categoría, por ejemplo en el caso de técnicas que pueden adaptarse a la aplicación grupal o individual.

contexto/usuario/uso
análisis antecedentes
procesar info específica.
generaci. Alternativas
validación y evaluación
resolución detallada

ETAPA DEL PROCESO

En qué etapa del proceso se aplica esta técnica.

PARA QUÉ SIRVE

_Breve descripción de la técnica.

_Para qué casos u objetivos es particularmente útil.

CÓMO SE USA

Explicación paso a paso de cómo se aplica la técnica.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_Aspectos a considerar para su aplicación.

_Aspectos positivos y negativos particulares en la aplicación de la técnica.

FUENTES

En la información presentada se integran fragmentos de las diferentes fuentes bibliográficas que se encuentran en este recuadro.

Se transcribe la información de la fuente a los efectos de que el usuario de la guía cuente con la información accesible dentro de la misma, si bien se sugiere recurrir a la fuente original y a otras fuentes complementarias para completar el entendimiento de las técnicas.

INDAGACIÓN CONTEXTUAL Y OBSERVACIÓN DE CAMPO

CLASIFICACIÓN

contexto/usuario/uso
grupal
larga
sostenida en tiempo
con prototipo/equipo
info contextual
presencial
planif. al detalle
obs. sin interv. usuario
entrevista/opinión
participación activa

ETAPA DEL PROCESO

Etapa temprana del proceso, en investigación de los requerimientos de usuario y contexto.

PARA QUÉ SIRVE

_Se aplica cuando se necesita conocer más acerca de los aspectos que rodean el uso de un producto y establecer patrones de conducta comunes a una variedad amplia de usuarios inmersos en un determinado contexto.

_Ayuda a establecer los primeros requerimientos del usuario así como otros elementos a incorporar en diseños preliminares.

CÓMO SE USA

1_ Planificación:

_Es necesario en primer lugar **definir los diferentes perfiles de usuario, las tareas y entornos de uso**, para planificar la aplicación de la técnica sobre una variedad de usuarios procedentes de diversos lugares de trabajo y contextos para la observación. Es importante es garantizar que la situación de observación es representativa de todas las situaciones no observadas sobre las que se van a generalizar los resultados.

_ Período de aplicación: se realiza un **plan de visitas en acuerdo con los usuarios o responsables del lugar a visitar**. Se determinan las visitas, su frecuencia y su duración. Es necesario visitar el lugar varias veces para lograr integrarse al contexto del usuario.

Según el caso a estudiar, puede ser necesario planificar las visitas **coordinando con los turnos de trabajo y tareas**. Se puede realizar mediante muestreo sistemático, seleccionando periodos de observación basados en el cambio de tarea, o mediante muestreo aleatorio que divide el tiempo en fragmentos y se eligen los fragmentos a observar con un procedimiento aleatorio.

_Planificar los objetivos de la visita y los temas sobre los que se preguntará.

_Forma de registro: Se puede registrar la información de diferentes formas, desde un registro narrativo de la observación, a grabaciones en sonido o video, a registros sistemáticos como listas

de control preparadas previamente (que prevean espacios para registrar información sobre categorías definidos a observar).

Evaluar en cada caso si es necesario registrar la información en el momento o es mejor hacerlo al finalizar la visita, y preparar los materiales necesarios para el registro.

2_ Desarrollo:

_Orientación: primero se le explican los objetivos de la sesión al usuario y se le comunica de qué forma se registrará (dependiendo del caso, si se va a registrar al finalizar no es necesario explicarlo).

_ La primera visita debe ser exploratoria, de reconocimiento del lugar y las personas y tratar de identificar elementos que nos ayuden a organizar las siguientes visitas. Es recomendable en la primera visita realizar un plano del lugar para ayudarse luego a ordenar las observaciones.

_Una parte de la observación consiste en indagar; esto es, entrevistar a los usuarios acerca de sus trabajos y la forma en que hacen uso del producto. La otra parte consiste en la observación propiamente dicha, la del modo en el que las personas harían uso del producto en el curso de un día de su vida cotidiana.

_Usuario realiza **las tareas de la forma habitual, mientras el observador lo “sombrea”, preguntando y registrando** para obtener info detallada sobre las acciones, los motivos y decisiones tomadas.

_ Entrevistar durante un estudio basado en este método no contempla la formulación de preguntas completas ni elaboradas. Sin embargo, **la relación es**

FUENTE

_ [8] Martina, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics.

_ Fundación SIDAR, recursos, recopilación de métodos de indagación. Accesible online en <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/indagacion/Indg.htm>

_ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia.

_ Fundación SIDAR, recursos, recopilación de métodos de indagación. Accesible online en <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/indagacion/Etno.htm>

_ [6] Amorim, S. and Hernández, X. (2005). Diseño hospitalario [tesis]. Montevideo, Escuela Universitaria Centro de Diseño, Farq., Universidad de la República, 2005.

INDAGACIÓN CONTEXTUAL y OBSERVACIÓN DE CAMPO

Cómo reunir artefactos y datos de los “afloramientos”

Es posible encontrar objetos durante una observación de campo que indiquen el modo en el que los usuarios hacen uso del producto.

Una manera de asegurar una captación apropiada es la de identificar el mayor número de “artefactos” y “afloramientos” posibles.

_los **artefactos** son objetos físicos utilizados en un determinado lugar (cuadernos, formularios, informes, tabloneros,...)

_los **afloramientos** son los rasgos físicos que caracterizan al lugar en cuestión (el tamaño de los despachos, de las pizarras, lo que hay escrito en ellas, los uniformes de determinados miembros del personal).

Se trataría de seguir los siguientes pasos:

_identificar los artefactos y “afloramientos” durante la entrevista u observación.

_reunirlos y marcarlos en el propio lugar.

_tomar fotos, hacer planos de disposiciones de los objetos.

tablecida entre entrevistador y entrevistado desembocará en un diálogo en el que es posible determinar tanto las opiniones y experiencias del usuario como sus motivaciones y contexto.

_Identificar los **patrones de comunicación**, quién habla con quién y con qué frecuencia.

_La **disposición** de los despachos, la **localización** del personal pueden resultar también de interés. Alguien de quien se solicite consejo o información no entrará dentro de ninguna de las dos categorías, pero puede ser caracterizado como parte de una relación.

_Las relaciones de grupo pueden ayudar a identificar el flujo de proceso y de información. Estas **incluyen la organización, jerarquía, relaciones y vínculos formales e informales entre grupos, relaciones de carácter informativo, etc.**

3_Análisis:

_Tras cada visita es preciso determinar si se alcanzaron los objetivos planteados así como las preguntas a efectuar en la próxima visita.

_Se analizan todos los registros para clasificar la información obtenida.

_A partir de esta información se pueden realizar mapeos de contexto, mapeos de tareas, flujos de información, jerarquización de tareas, etc.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_En muchas ocasiones, la presencia del entrevistador va a incomodar al entrevistado. Como entrevistador, es realmente preciso ser parte del mundo del usuario para conseguir la efectividad deseada, lo que puede llevar tiempo hasta que el usuario se acostumbra a su presencia. En ese punto, el trabajo se vuelve mucho más fácil, dado que al usuario le resulta mucho más fácil expresar lo que realmente piensa del producto. Esta circunstancia se traduce en un estudio de larga duración; se establece una relación con la organización que se está estudiando, y se determinan las visitas, su frecuencia y su duración.

_Es importante que el observador demuestre una actitud humilde en relación al tema de estudio, ya que en general esta actitud provocará una respuesta favorable por parte del informante.

_Es necesario evaluar en cada caso si es posible registrar la información en el momento o es mejor hacerlo al finalizar la visita, ya que en algunos casos el usuario puede sentirse incomodado si siente que se está registrando todo lo que hace, o puede ser inadecuado (por ejemplo en contextos donde hay pacientes). En cualquiera de los casos se debe prever contar con el material de apoyo para que el registro entorpezca lo menos posible la observación. Cuantos más métodos de registro mejor, ya que se debe registrar absolutamente todo lo observado, sin discriminar entre datos que nos parezcan relevantes o no. Todo lo observado puede después aportar elementos para comprender la situación. No se debe analizar lo observado en el momento, ya que eso puede hacer que enfoquemos en deter

INDAGACIÓN CONTEXTUAL y OBSERVACIÓN DE CAMPO

minados aspectos y dejemos sin registrar otros.

_ Siempre que se prevea fotografiar o grabar se debe hacer con previo consentimiento de los entrevistados.

ASPECTOS NEGATIVOS

_ Es una técnica intrusiva, depende de que sea posible ceguir de cerca al usuario. A veces puede ser peligroso enterpecer la tarea del usuario.

_ La charla explicativa mientras se realizan las tareas modifica la actitud del usuario al hacer las tareas, pudiendo no ser representativa. Cuando el usuario se enfrenta al uso diario muchas tareas son automatizadas o también salteadas por la experiencia previa.

_ No es posible explicar todos los niveles de lo que se está haciendo, sino solo el consiente, por lo que es esencial complementar la información que expresa el usuario con lo observado.

ESCENARIOS ESCRITOS

contexto/usuario/uso
procesar info especificar
generaci. Alternativas
validación y evaluación
individual
grupal
larga
sin prototipo/equipo
info contextual
presencial
experiencia necesaria
planificación al detalle
entrevista/opinión

ETAPA DEL PROCESO

_Puede aplicarse en diferentes momentos del proceso. En la etapa de investigación como material para las entrevistas con usuarios, en las etapas de análisis de la información y especificación, en generación de alternativas y evaluación.

PARA QUÉ SIRVE

_Se describe de forma simple la interacción que debe ocurrir, evitando dar referencias a tecnologías o dispositivos concretos.

_Pueden ser usados en todo el proceso de diseño, para desarrollar ideas acerca de la interacción con una idea de producto.

_Para asegurar que todos los participantes comprendan y estén de acuerdo con los requisitos de diseño, y para especificar exactamente qué interacciones debe contemplar el sistema.

_Para la presentación de ideas y conceptos.

_En las evaluaciones de concepto de producto y de usabilidad.

CÓMO SE USA

_Para narrar un escenario se necesita un entendimiento básico de las tareas que debe realizar el usuario, sobre su contexto de trabajo y sobre el usuario mismo. Por esto, los escenarios se pueden crear a partir de la información obtenida con técnicas de indagación de campo.

_Definir el contexto y la interacción sobre la que se creará el escenario. Por ejemplo “ventilación de un neonato recién llegado al cti”.

_Definir los actores del escenario: en el caso de que hayan actores que impliquen enfoques diferentes dentro del mismo contexto, o tareas diferentes, se deberá narrar un escenario para cada actor.

_Determinar los objetivos de los actores en el escenario.

_Determinar un punto de inicio para el escenario, un evento que desencadena la situación.

_Identificar los intereses y metas de cada actor en los diferentes momentos de la situación.

_Determinar la cantidad de escenarios que se deberán relatar según los objetivos de los actores.

_Escribir los escenarios. Ser específico sobre las tareas y sub-tareas, las interacciones con el contexto y las motivaciones del actor, sin nombrar dispositivos o condiciones de tecnologías

presentes en el contexto.

_Según la etapa en la que se utiliza la técnica se utilizará el escenario narrado como parte en entrevistas, grupos focales, cuestionarios, etc.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_Se pueden utilizar elementos gráficos para narrar el escenario, como viñetas de historieta.

_Según el objetivo con el que se use la técnica, el escenario pueden crearse sobre situaciones de uso normal, o también sobre una situación donde hubo un problema en la resolución, para generar discusión sobre las fallas y posibles formas de solucionarlas o prevenirlas.

_El escenario puede servir como base para una entrevista en la que se discute sobre las situaciones narradas, o como material de discusión en grupos focales, como explicación de la aplicación de los requisitos de diseño, como marco a preguntas de un cuestionario.

Esta técnica puede aplicarse en diferentes momentos del proceso. En la etapa de investigación, de análisis de la información y especificación, en etapas de generación de alternativas y de evaluación.

FUENTE

_[12] **Delft University of Technology**, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en <http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/>

_[3] **Malhotra, S.; Laxmisan A.; Keselman, A.; Zhang J., and Patel V. L. (2005)** Designing the design phase of critical care devices: a cognitive approach. Elsevier, Journal of Biomedical Informatics. Vol 3, páginas 34–50.

MAPEO DE CONTEXTO POR USUARIO

CLASIFICACIÓN

contexto/usuario/uso
individual
grupal
sostenida en tiempo
con prototipo/equipo
info contextual
presencial
planificación al detalle
participación activa

ETAPA DEL PROCESO

Etapa de investigación inicial del proyecto, en estudio de contexto de uso e interacción.

PARA QUÉ SIRVE

_Es una técnica de diseño centrado en el usuario que **involucra al usuario como "experto de su experiencia"**.

_Busca **proveer al usuario herramientas y enfoques de diseño para que pueda expresar una experiencia particular**.

_Sirve para ayudar al equipo de diseño a **entender la perspectiva del usuario** y a traducir esta experiencia en una solución de diseño.

CÓMO SE USA

1_Preparación:

_Determinar la muestra de público y contexto sobre la cual se investigará, así como los objetivos específicos del estudio.

_Realizar una investigación previa para conocer el contexto y el público y poder realizar materiales adaptados a los objetivos y a los participantes.

_Realizar un **set de materiales que se les entregará a los usuarios**, con el cual podrán registrar sus observaciones en el contexto de trabajo.

_Testear el set con uno o dos usuarios mediante entrevistas en el contexto y con el material.

2_Entrega del set de trabajo al usuario y observaciones.

_Se le entrega el set de materiales a los usuarios y se les explica su uso.

_Se les da un tiempo de aproximadamente una semana para desarrollar la observación.

3_Sesión de intercambio entre usuarios y equipo de desarrollo.

Para planificar la sesión:

_Puede ser con grupos de usuarios (máximo 6 usuarios), o yendo al lugar de trabajo de cada usuario.

_Debe haber más de un integrante del equipo de diseño, para que al menos uno pueda guiar el trabajo y otro observar y tomar notas.

_Se debe planificar el desarrollo de la sesión y prever materiales necesarios.

Desarrollo:

_con la premisa de que el usuario "es el experto en la experiencia", se trabaja con preguntas y/o ejer-

cicios para que cada uno pueda expresar todas sus observaciones y reflexiones sobre la experiencia.

_Se pueden usar materiales para que los usuarios generen expresiones visuales sobre reflexiones o momentos, por ejemplo proponer la generación de un mapa de ideas sobre el momento más estresante o activo del día, y a partir de allí discutir sobre los mapas.

_Es importante balancear entre observaciones y emociones positivas y negativas sobre la experiencia.

4_Análisis.

_Luego de la sesión se cuenta con una gran cantidad de anotaciones y materiales que analizar, que se deben ordenar, transcribir, interpretar y clasificar.

_Es útil buscar similitudes y diferencias entre las observaciones de los diferentes usuarios, y buscar patrones en las situaciones.

_A partir de esta información se pueden realizar, al igual que en la observación contextual pero en este caso sobre la experiencia del usuario, mapeos de contexto, mapeos de tareas, flujos de información, jerarquización de tareas, etc. Hay que recordar que estos mapas son sobre la experiencia del usuario.

FUENTE

_ [12] Delft University of Technology, Delft Design Guide. Versión Setiembre 2010. Disponible online en <http://ocw.tudelft.nl/courses/product-design/delft-design-guide/course-home/> (Punto 2.2 Contextmapping)

_ www.contextmapping.com
_ <http://maketools.com>

MAPEO DE CONTEXTO POR USUARIO

SET DE HERRAMIENTAS PARA EL USUARIO

Los usuarios recibirán un paquete de **materiales que los ayuda a observar sus propias vidas y reflexionar sobre sus experiencias en el tema de estudio.**

Este set debe ser diseñado de forma adaptada al contexto y tipo de usuario, según el sondeo del contexto que se realiza previamente.

Por ejemplo se pueden analizar en la entrevista previa los momentos en la realización del trabajo en los que el usuario registra datos como parte de la tarea, y entregar una libreta con puntos a registrar en ese momento, que tengan que ver con las cosas que queremos averiguar.

Pueden ser libretas con guía de observación, tarjetas que tengan tareas de observación o registro que realizar, mapas para rellenar, una cámara, etiquetas para que se intervenga el contexto.

Algunos consejos:

- Que sea personal pero bien cuidado
- Que sea atractivo y juguetón
- Siempre realizar pruebas piloto antes de crear los materiales.
- Invitar al usuario a ampliar en lugar de responder
- Conocer a los participantes en persona.

El proceso de observación tarda aproximadamente una semana. El usuario será el responsable de distribuir la tarea durante toda la semana, lo que le da la oportunidad de generar recuerdos y asociaciones y agudizar su sensibilidad con el tema.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_ El término contexto se define como el contexto en el que se utiliza el producto. Todos los factores que influyen en la experiencia de uso del producto, tales como: aspectos sociales, culturales, físicos, así como las metas, necesidades, emociones y cuestiones prácticas.

_ El término “mapeo de contexto” indica que la información obtenida debe funcionar como un mapa guía para el equipo de diseño. Ayuda a encontrar el camino, estructurar ideas, reconocer peligros y oportunidades. Esta técnica está destinada a ser considerada como una inspiración, no una validación.

_ Los usuarios están a menudo altamente motivados para mirar los resultados de nuevo y se puede construir sobre el conocimiento que generan muchas semanas después del estudio original. Mientras tanto, a menudo han tomado conciencia de las nuevas perspectivas sobre su experiencia que disfrutan de compartir.

REGISTRO POR EL USUARIO

CLASIFICACIÓN

contexto/usuario/uso
análisis antecedentes
validación y evaluación
individual
corta
larga
con prototipo/equipo
info contextual
info detallada
remota
planificación al detalle
participación activa

ETAPA DEL PROCESO

Etapas iniciales de investigación de antecedentes y de tareas. Etapas de evaluación de prototipos.

PARA QUÉ SIRVE

_Consisten en sesiones donde se solicita de los usuarios que registren sus acciones y observaciones a lápiz y papel mientras están interactuando con un determinado producto.

_Se trata de una técnica de aplicación remota.

_Sirve para obtener información del uso del dispositivo cuando no se pueden realizar pruebas presenciales, o como una primera etapa de pruebas.

CÓMO SE USA

1_Planificación:

_Definir los objetivos de la investigación: el dispositivo a evaluar y las tareas e interacciones principales que se desean evaluar.

_Realizar una lista de tareas para que el usuario desarrolle en la evaluación, y preparar material para que el usuario pueda registrar sus observaciones (se recomienda un material que integre la lista con espacios de registro).

2_Desarrollo:

_Proporcionar a los usuarios un prototipo del producto, la lista de las tareas a realizar con el mismo y el material para el registro de sus observaciones y tareas.

_Si se realizará sobre equipos que están en funcionamiento en el contexto de trabajo del usuario, no se proporcionará el prototipo sino que se usarán los ya previstos.

_Explicarle cómo utilizar el material de registro. Resultará de ayuda proporcionar al usuario puntos de parada durante su ejecución de las tareas de test, durante los que puedan tomar las notas correspondientes.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_ Es una técnica que debe complementarse con otro tipo de técnica más completa y que capte objetivamente las dificultades que se presentan en el uso.

_La principal desventaja que presenta esta técnica es la ausencia de un observador que capte lo que el usuario está haciendo: la expresión de su rostro, comentarios expresados inconscientemente en los momentos más complicados de la sesión,etc.

_Depende mucho de la capacidad del usuario para identificar las dificultades a las que se enfrenta, y de su sinceridad a la hora de registrarlas.

_Es importante transmitirle al usuario que el interés es que registre todas las acciones que realiza aunque le parezcan automáticas o poco relevantes, ya que puede ser que registre solo los acontecimientos que le resultan obstáculos.

FUENTE

[_http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/indagacion/Self.htm](http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/indagacion/Self.htm)

GRUPOS FOCALES

CLASIFICACIÓN

contexto/usuario/uso
generaci. Alternativas
validación y evaluación
grupal
larga
sin prototipo/equipo
con prototipo/equipo
info contextual
presencial
entrevista/opinión

ETAPA DEL PROCESO

_ Puede ser usada durante todo el proceso, para formular o evaluar diseños.
_ Etapas de investigación, de generación de alternativas y de evaluación.

PARA QUÉ SIRVE

_ Se trata de grupos de discusión guiada sobre un tema.
_ Sirve para descubrir opiniones grupales sobre un tema. No opiniones individuales.
_ Puede ser útil para lograr consenso en requerimientos para el diseño.
_ Permite a los grupos expresar y discutir ideas sobre problemas y soluciones posibles de forma guiada.

CÓMO SE USA

1_Planificación:

_ Definir el tema de estudio y los objetivos de la sesión.

_ Preparar materiales para el desarrollo de la sesión, información, preguntas, material de apoyo.

_ Estipular tiempos de duración y adaptar los materiales. Al realizar técnicas de grupo es importante ser flexible en el control de tiempos, ya que el funcionamiento de la sesión dependerá de las dinámicas que se generen y el tipo de participantes.

_ Definir roles de los organizadores. Deberá haber al menos una persona que guíe las dinámicas y esté atenta a la participación e interacción de todos los participantes, y otra que registre.

2_Sesión:

_ Presentación de participantes, objetivos e información que se desee que se tenga en cuenta.

_ Desarrollo. Es importante que los temas de discusión se den ordenadamente y con un tiempo estipulado.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_ Es importante entregar o exponer información previa al inicio de la sesión para generar discusión informada.

_ Complementar la discusión con material que ayude a discutir y recordar. La técnica se puede realizar con diferentes tipos de material de apoyo, como pueden ser escenarios escritos, fotos de la situación o dispositivo sobre el que se desea discutir, informes de tareas realizadas, datos de los tests de usabilidad. Incluso se puede realizar con el objeto de estudio presente (por ejemplo dispositivo), etc. Dependerá de los objetivos de la sesión.

_ Mantener las preguntas simples y usar lenguaje común con participantes.

_ Es importante que el guía maneje la interacción para que todos los participantes intervengan y para que la discusión no se aleje demasiado de los objetivos de la sesión.

FUENTE

[8] Martina, J.L., Norris B.J., Murphy E. and Crowe J.A. (2008). Medical device development: the challenge for ergonomics. Applied Ergonomics. Volumen 39, páginas 271-283.

[9] Garmer K., Ylvén J., Karlsson M., (2004). User participation in requirements elicitation comparing focus group interviews and usability tests eliciting usability requirements for medical equipment: a case study. International Journal of Industrial Ergonomics, Volumen 33, páginas 85-98.

TEST KIU

CLASIFICACIÓN

contexto/usuario/uso
análisis antecedentes
individual
corta
sin prototipo/equipo
con prototipo/equipo
info detallada
presencial
planificación al detalle
entrevista/opinión

ETAPA DEL PROCESO

_Etapa inicial de investigación de uso de antecedentes.

PARA QUÉ SIRVE

_El test KIU es un tipo de cuestionario, que se utiliza normalmente con usuarios que han utilizado un producto habitualmente, para investigar sobre su experiencia con el producto.

_Es un test formado por preguntas cerradas con una escala de respuestas, donde la persona responde a las preguntas de forma rápida.

_El objetivo principal es conocer los problemas importantes y frecuentes, así como la valoración global de usabilidad del producto.

CÓMO SE USA

1_Preparación:

_Definir los dispositivos a evaluar.

_Elección de ítems o juicios a evaluar, que deben contemplar todas las partes donde se pretenda indagar la usabilidad del producto.

_Desarrollo de la escala de clasificación. Los criterios para la escala son del tipo “Completamente satisfecho, satisfecho, indeciso, insatisfecho, completamente satisfecho”, donde hay la misma cantidad de posibilidad de respuesta positiva que negativa y una neutra. Se le adjudica una escala de valor, por ejemplo del -2 al +2.

_Validar las preguntas mediante un pre-test con pocos usuarios, donde se evaluará que se entiendan las preguntas y que sean las adecuadas para los objetivos de la investigación.

2_Desarrollo del test.

_Selección de la muestra: El Test Kiu debe ser pasado a personas con alta experiencia en el uso del producto.

_Se aplica el test a cada usuario, en lo posible teniendo interacción con el objeto de estudio presente para que pueda responder realizando o recordando cada acción que realiza con el dispositivo.

3_Tratamiento de la información

Existen varios procedimientos de análisis, uno de ellos es el siguiente:

_Suma de repuestas de todos los usuarios a cada uno de los ítems.

_Selección del 25% de los usuarios que escogieron la puntuación mayor y el 25% que dieron la puntuación menor. Los grupos superior e inferior se comparan observando los ítems que discriminan.

_Se compara la media de las puntuaciones para cada grupo respecto del ítem analizado.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_Puede ser utilizado en el entorno natural del usuario o en otro lugar concretado con anterioridad. No es imprescindible, dada la experiencia del usuario con el producto, que el producto esté cerca, pero sí es recomendable y la información obtenida será más fiable, ya que evitaremos los errores de limitación en el recuerdo.

_Es más adecuado un mayor número de entrevistadores que un número reducido que se encargue de un gran número de tests. Con esto se consigue un menor tiempo de ejecución del estudio de campo y, lo más importante, evitar el desinterés y agotamiento que producen largos periodos utilizando el mismo instrumento, lo que influye de manera notable en la calidad de las respuestas

Desarrollo del pretest o estudio piloto

El pretest suele ser probado por el 10% de la muestra programada, en el que es necesario validar:

- El orden de las preguntas, con objeto de facilitar las respuestas.
- Analizar la claridad, sencillez y precisión de las preguntas.
- Comprobar que no existen preguntas que provoquen estímulos negativos ni al entrevistador ni al entrevistado.
- Analizar el tiempo de duración del test que, en principio no debe ser superior a 30 minutos, para evitar fatiga y distracción.
- Realizar un análisis preliminar que nos permita asegurar la adecuación de las preguntas a los objetivos.

FUENTE

_[11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia.

ANÁLISIS JERÁRQUICO DE TAREAS

CLASIFICACIÓN

contexto/usuario/uso
análisis antecedentes
sin usuario
individual
larga
con prototipo/equipo
info detallada
presencial
experiencia necesaria
planificación al detalle
sin usuario
obs. sin interv. usuario

ETAPA DEL PROCESO

Etapa inicial de investigación, evaluación de antecedentes en otros dispositivos.

PARA QUÉ SIRVE

_Es una técnica de análisis sistemático de tareas existentes.

_Resulta en una descripción de cómo es realizada una tarea y el número de operaciones que debe hacer el usuario para completarla.

_Sirve para identificar puntos críticos de una tarea o sistema, para reforzar esos puntos en el diseño.

_Identifica problemas de usabilidad como tareas demasiado complejas y secuencias ilógicas.

CÓMO SE USA

1_Planificación_

_Definir la tarea a analizar.

_hacer una investigación previa con el manual de uso de los dispositivos, preguntas a los usuarios y especialistas relacionados para entender los factores principales en la realización de la tarea (para poder interpretar acciones y secuencias específicas derivadas de la misma).

2_Análisis y subdivisión progresiva:

_Definir el título de la tarea.

_Definir el punto de inicio de la tarea y la serie de condiciones que se deben dar para el inicio.

_Identificar el primer nivel de sub-tareas (no más de 10).

_Identificar cuáles de ellas necesitan ser profundizadas, dependiendo de su importancia o complejidad. Cada una no debe dividirse en más de 10 sub-pasos y operaciones individuales que realiza el usuario para llevarla adelante. Identificar el orden en que deben realizarse.

_Continuar el mismo procedimiento con cada sub-tarea.

_Describir los planes necesarios para realizar las tareas: Se debe analizar en profundidad cada sub-tarea para identificar el orden y la relación entre partes, las acciones concretas que realiza el usuario (por ejemplo botones a apretar), los tiempos de cada operación y los tiempos máximos de espera, la jerarquía de dificultad y de importancia, etc.

_ El resultado es una jerarquía de tareas y objetivos y operaciones necesarias para realizar cada una exitosamente, ordenados según la secuencia de reali-

zación. Con una lista de condiciones relacionadas por ejemplo a tiempos, secuencias de operaciones, etc., y de acciones asociadas a cada tarea y sub-tarea.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_Se puede hacer un análisis inicial con el manual, que luego se usa para comparar con el análisis del uso real.

_Es importante trabajar la forma de representación gráfica del análisis para que queden visualmente graficadas las secuencias y jerarquías.

_Es una técnica que requiere entrenamiento del investigador para poder realizarla adecuadamente.

_Para poder realizar la técnica en profundidad es necesario observar y analizar al detalle el uso real, por lo que muchas veces es necesario hacer varias etapas de análisis y comparación con el uso real.

FUENTE

[17] LILJEGREN, Erik. (2006). Usability in a medical technology context assessment of methods for usability evaluation of medical equipment. Elsevier, International Journal of Industrial Ergonomics 36 (2006) 345–352
_ <http://www.cwsvt.com/Conference/Functional%20Assessment/Task%20Analysis%20Techniques.pdf>

PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO

CLASIFICACIÓN

análisis antecedentes
corta
con prototipo/equipo
info detallada
sin gran planificación
sin usuario

ETAPA DEL PROCESO

Etapa de investigación de antecedentes.

PARA QUÉ SIRVE

_Para analizar productos de referencia.
_Se utiliza sobre productos que cumplen la misma función o similar.
_Para conocer el funcionamiento básico del producto.
_Para conocer cuáles son las partes indispensables a respetar para su diseño.
_Para saber dónde están los puntos críticos, como se podría hacer para mejorar.

CÓMO SE USA

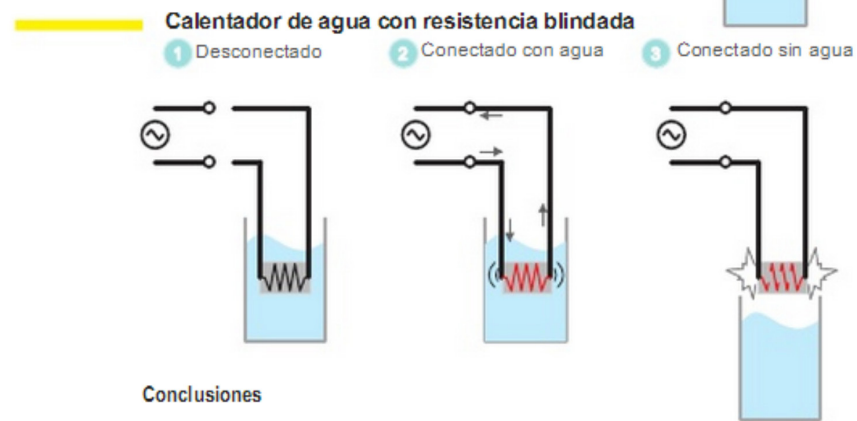
_Se determina el producto a analizar.
_Se identifican y analizan las operaciones que se realizan en el uso.
_Se desarma completamente el producto para tener acceso a todas las partes.
_Se realizan esquemas, dibujos lineales del producto representando los diferentes momentos de funcionamiento del mismo (encendido, pausa, apagado, etc.), y cómo interactúan las partes en cada momento de funcionamiento, cómo se lleva a cabo la función.
_Se analizan los principios de funcionamiento en relación a las partes y el uso del producto para llegar a conclusiones sobre partes esenciales y puntos críticos a mejorar.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_No se deben dibujar las piezas al detalle, sino el esquema del principio de funcionamiento de las mismas.
_Se debe procurar la utilización de elementos gráficos básicamente, evitando en lo posible las palabras.

FUENTE

_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com
_Bonsiepe, Gui; Kellner, Petra; Poessnecker, Holger. (1984). Metodología Experimental. Desenho Industrial. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial.



Conclusiones

El calentador tipo S.U.N electrifica el agua durante su funcionamiento mientras que el de resistencia blindada no, debido al blindaje de la misma.

Ambos calentadores se sobre calientan y se queman si son retirados del líquido aún enchufados, ya que ninguno de los dos posee algún tipo de corte automático de seguridad.

Ejemplo tomado de Materiales de la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura.

CUESTIONARIO DE USABILIDAD

CLASIFICACIÓN

análisis antecedentes
validación y evaluación
individual
corta
larga
con prototipo/equipo
info contextual
info detallada
presencial
planificación al detalle
entrevista/opinión
participación activa

ETAPA DEL PROCESO

Etapa de investigación de antecedentes, y etapas de evaluación de alternativas.

PARA QUÉ SIRVE

El cuestionario de usabilidad o test de comparación, tiene por objetivo comparar productos distintos, midiendo la efectividad de elementos concretos o comprobando cómo se presenta el producto nuevo frente a los de la competencia.

CÓMO SE USA

1_Preparación:

- _Selección de los dispositivos a comparar.
- _Determinar los puntos que se desean evaluar del uso del dispositivo.
- _Desarrollar una guía de tareas a realizar por el usuario en la evaluación, junto con un cuestionario con preguntas semi-estructuradas sobre las tareas y la usabilidad del dispositivo. Desarrollar una serie breve de preguntas sobre las preferencias generales de los usuarios en cuanto a los dispositivos a evaluar.
- _Selección de la muestra de público: se deben elegir diferentes tipos de usuario determinando el contexto de uso y las tareas que se realizan. Es recomendable usar esta técnica en una muestra grande y variada de usuarios.

2_Desarrollo:

- _La realización de la técnica debe ser en el contexto natural del uso del dispositivo.
- _Se comienza con una explicación de la misma a los usuarios, leyendo las instrucciones de la evaluación.
- _Primero se realizan las preguntas generales sobre preferencias.
- _Se procede a evaluar siguiendo las tareas marcadas. Al mismo tiempo se rellena el cuestionario de usabilidad.
- _Una vez terminada la sesión se comenta con el usuario todo lo sucedido durante la misma para intentar obtener más información y observaciones.

3_Análisis:

- _La información se organiza y clasifica buscando

encontrar los problemas más graves de usabilidad y las causas de los problemas.

_Se analizan los datos sobre la preferencia de los usuarios.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_Es necesario preparar los materiales para la evaluación de forma de contar con los cuestionarios impresos y las formas de registro elegidas, que pueden ser grabaciones o registro en papel.

_Es recomendable que se divida la evaluación entre varios evaluadores, para que la repetición de las tareas no genere que se generalicen o pasen por alto las observaciones sobre las fallas repetidas.

FUENTE

_ [11] Instituto de Biomecánica de Valencia y Fundación CEDAT. DATUS. Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diaria y ayudas técnicas. Editorial del IBV, Valencia.

TABLA DE COMPONENTES

CLASIFICACIÓN

análisis antecedentes
resolución detallada
sin usuario
larga
con prototipo/equipo
info detallada
planificación al detalle

ETAPA DEL PROCESO

Etapa de investigación de antecedentes.

PARA QUÉ SIRVE

_Para analizar cómo se resuelve la configuración de los productos de referencia, los procesos productivos de sus componentes y las uniones entre ellos.

_A través de este análisis pueden tomarse soluciones existentes y crear nuevas soluciones que simplifiquen la producción o mejoren cuestiones de resistencia, etc. del nuevo producto.

CÓMO SE USA

- 1_ Se numeran y nombran cada una de las piezas.
- 2_ Se grafica la referencia a través de explosiones, cortes o fotografías que muestren la posición de cada una.
- 3_ Se elabora una tabla que especifique los materiales, función, procesos productivos y dimensiones generales de los componentes.
- 4_ Se elaboran conclusiones sobre tecnologías, materiales, cantidad de piezas o uniones que sean útiles en la etapa creativa.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

- _ Es conveniente realizar la parte de registro a la misma vez que el relevamiento fotográfico del producto desarmado, ya que parte de esta técnica se debe hacer a medida que se desarma el producto.
- _ Es conveniente identificar sub-sistemas de piezas dentro del producto, que determinan aspectos productivos.
- _ Codificar las piezas según su función y el sub-sistema que componen para organizar la información.
- _ Se pueden utilizar códigos de color para ordenar la información y vincular la tabla con la explosión.

FUENTE

_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com

_Bonsiepe,Gui. (1978). Teoría y práctica del diseño industrial. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.

EJEMPLO:

S.U.N SIMPLE



Código	Cant.	Pieza	Función	Material	Proceso	Largo (mm)	Ancho (mm)	Altura (mm)
A1	1	Carcasa	Protección del cilindro y la resistencia	Polipropileno (PP) fluidez 11	Inyección	-----	28 diam. 22 diam.	45
A2	1	Cilindro	Sostener la resistencia para que no este en contacto consigo misma	Cerámica	Mezclado-Colado Desmoldado Horneado	-----	17 diam. 13 diam.	32
A3	1	Resistencia	Transformar la energía eléctrica en calor	Alambre ferroso de resistencia de la aleación 0Cr25Al5	Cortado	300	2 diam. 2 diam.	2 diam.
A4	1	Tapa	Asegurar que no salgan la resistencia y el cilindro de la carcasa	Polipropileno (PP) fluidez 11	Inyección	-----	22 diam.	2
B	1	Insuño: Cable	Conducir la corriente	Cobre	-----	690	4	45
C1	1	Enchufe	Cubrir la union de B+C2 Sosten de C2	Polipropileno (PP) fluidez 11	Inyección	44	33	17
C2	2	Insuño: Toma corriente	Conexion a la corriente	Aluminio	-----	30	0.5	4

Ejemplo tomado de Materiales de la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura.

EJERCICIO 1 MACROESTRUCTURA ETAPA 2

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES CONSTRUCTIVAS

Relevamiento de
productos existentes

I.
Análisis estructural y
dimensional: Tabla de
componentes

DISEÑO Y CREATIVIDAD 4
Uselart - Farg - EUOD

EQUIPO DOCENTE:
Dr. María José López
Arg. Florencia Quaglietti
Dr. Alberto Manesstrina
Arg. Diego Ferrando
Dr. Cecilia Campodónico
Lic. Di. Analaura Antón

RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO PRODUCTO DESARMADO

CLASIFICACIÓN

análisis antecedentes
sin usuario
corta
con prototipo/equipo
info detallada
sin gran planificación
sin usuario

ETAPA DEL PROCESO

Etapa de investigación de antecedentes.

PARA QUÉ SIRVE

_Sirve para entender cuáles son los componentes básicos de los productos de referencia y documentarlos.

_Para analizar elementos constructivos de los productos de referencia.

CÓMO SE USA

1_ Se fotografía el producto completo en perspectiva y vistas ortogonales.

2_ Se separan las piezas del producto de referencia y se registra fotográficamente cada una, especificando el punto de vista.

3_ Se analizan tecnologías, materiales, cantidad de piezas o uniones que puedan ser útiles en la etapa creativa.

ASPECTOS IMPORTANTES EN APLICACIÓN

_Al desarmar el producto es importante hacerlo ordenadamente, registrando sub-sistemas de piezas dentro del mismo.

_Para analizar las uniones es conveniente tomar nota de los pegamentos y tipos de unión y de la localización y piezas que une cada pegamento sobre la foto, para mantener la información ordenada y poder relacionarla una vez que el producto está despiezado.

EJEMPLO

S.U.N. SIMPLE: VISTAS GENERALES



PERSPECTIVA



VISTA SUPERIOR

S.U.N. SIMPLE: DESARMADO



EJEMPLO: VISTAS GENERALES DE CARCAZA



PERSPECTIVA



VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



VISTA INFERIOR

RESISTENCIA



Ejemplo tomado de Materiales de la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura.

FUENTE

_Materiales de apoyo de curso la Cátedra Diseño y Creatividad IV de la Escuela Universitaria Centro de Diseño, Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Online: dyc4.blogspot.com

_Bonsiepe, Gui; Kellner, Petra; Poessnecker, Holger. (1984). Metodología Experimental. Desenho Industrial. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial.

LISTAS DE COMPROBACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN

Las listas sirven para guiar la investigación y la generación de requisitos, de forma de adoptar una visión sistemática y no dejar áreas sin considerar. Se pueden consultar listas presentes en la bibliografía y también ir creando una lista al planificar el proyecto. Posibles preguntas a hacerse son:

Usuarios Involucrados y qué relación tiene cada uno con el dispositivo

Especialista
Operador
Paciente
Mantenimiento
jerarquización de usuarios

Función / Necesidad: Proyecto de tipo 1

si existe más de un usuario relevar las respuestas de cada uno por separado.
se usa actualmente el dispositivo?
para qué se usa el dispositivo actual?
qué problema soluciona? (se use o no)
en qué es necesario mejorar el dispositivo?
qué problema existe con la forma en que este dispositivo atiende la necesidad?
en qué se mejoraría el problema con el nuevo dispositivo comparativamente con el anterior?
cómo se lograría esta mejora?

Función / Necesidad: Proyecto de tipo 2

si existe más de un usuario relevar las respuestas de cada uno por separado.
cuál es la necesidad que se busca solucionar con el concepto de dispositivo?
cómo se realiza actualmente? o cómo es la situación actualmente?
cómo cambiaría la situación con la incorporación del

dispositivo?
mejoraría el cuidado del paciente? cómo?
mejoraría el flujo o desarrollo de tareas? cómo?
mejoraría el costo del tratamiento?
cuáles son los parámetros (velocidad, energía, fuerza, precisión, etc) que deben cumplirse en la realización de la función?

Uso

Momento de uso (tiempos prolongados en internación de tal tipo, ataque de asma, etc)
Forma de uso del dispositivo, (acciones necesarias para usarlo, desde la instalación al guardado o limpieza).
Dificultades en el uso, jerarquización.
Problemas que pueden ocurrir (importante diferenciar por usuario).
Forma de solucionar o mitigar esos problemas actualmente.

Contexto de uso del dispositivo. Si existe más de un contexto relevar cada uno por separado.
Lugar (sector del hospital, domicilio, etc)
Flujo de personas
Equipos presentes
Organización del espacio

Se pueden encontrar más información y listas de comprobación en:

_Roozenburg, N.F.M. and Eekels, J. (1995) Product Design: Fundamentals and Methods, Utrecht: Lemma.

_Jones, J.C. (1982) Design Methods: Seeds of Human Futures, Chichester: Wiley.

_Cross, N. (1989) Engineering Design Methods, Chichester: Wiley.