

Metodología interdisciplinar para el Diseño de un dispositivo para la evaluación de trastornos del movimiento

*Interdisciplinary Methodology for Design:
Design of a device for the evaluation
of movement disorders*

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo proponer una metodología práctica y sencilla para el trabajo interdisciplinar en el campo del diseño. La propuesta se realiza a través del caso específico del diseño de un dispositivo para la evaluación de trastornos del movimiento que forma parte del proyecto institucional “Regularidades para el diseño de interfaces domésticas para su uso en pacientes con enfermedad de Parkinson”. En su realización fue necesario acudir a tres disciplinas: la Psicología, el Diseño y la Electromedicina, y establecer una metodología que permitiera organizar el conocimiento y establecer pautas que facilitaran la producción de diseño, teniendo en cuenta los aportes desde otras disciplinas. La metodología propuesta servirá de guía para el trabajo interdisciplinar de forma eficiente y organizada.

LIC. CLAUDIA MORALES VALIENTE
MSc. ALICIA FERNÁNDEZ FERRERAS
ING. RAÚL ORTIZ HERNÁNDEZ
MSc. LEIDY GARCÍA MORALES

ABSTRACT

The present article aims to propose a practical and simple methodology for the interdisciplinary work in the field of design. The proposal is made through the specific case of the design of a device for the evaluation of movement disorders, which is part of the Institutional Project Regularities for the design of domestic interfaces for use in patients with Parkinson's disease. For the final design, it was necessary to take into account three disciplines: Psychology, Design and Electromedicine. It was necessary to establish a methodology that would allow organizing the knowledge and establishing guidelines that facilitate the production of Design taking into account the contributions from other disciplines. The proposed methodology will allow a guide for interdisciplinary work in an efficient and organized way.

Palabras Claves

Metodología,
diseño, psicología,
electromedicina,
neurología,
enfermedad
de Parkinson

Keywords

Methodology,
design, psychology,
electromedicine,
Parkinson's disease

INTRODUCCIÓN

EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA COMPLEJIZACIÓN DE los problemas a los que debe brindar solución, han supuesto la necesidad de la interdisciplinariedad; entendiendo esta como un conjunto de disciplinas conexas entre sí y con relaciones definidas, a fin de que sus actividades no se produzcan en forma aislada, dispersa y fraccionada (Tamayo y Tamayo, 2004). Un ejemplo de la necesidad de interdisciplinariedad es la búsqueda de soluciones de diseño a problemas de índole diversa que abarcan campos de estudio diferentes. El presente trabajo se centra en la metodología para la búsqueda de una solución a la evaluación y estudio de pacientes de enfermedad de Parkinson (EP) a través del diseño de un dispositivo electrónico con este fin. Para lograr este objetivo se involucraron varios especialistas, cada uno de los cuales juega un rol esencial en el resultado que se pretende obtener a partir de su experiencia en el campo de profesión. El grupo estuvo compuesto por una neuróloga especialista en enfermedad de Parkinson, para el asesoramiento en las especificidades sintomáticas de la enfermedad, así como en los diferentes diagnósticos y la evaluación de dichos pacientes. Participaron, además, un electromédico con experiencia en la elaboración de dispositivos electrónicos para la evaluación de pacientes con enfermedades neurológicas, quien se ocupó del diseño electrónico necesario para el funcionamiento del dispositivo; una psicóloga con experiencia en evaluación cognitiva, que llevó a cabo el diseño del experimento y la evaluación de los casos;

finalmente, intervino una diseñadora que realizó el diseño de la interface del dispositivo.

ESPECIFICIDADES DE LA ENFERMEDAD DE PARKINSON E IMPORTANCIA DE SU ESTUDIO

La enfermedad de Parkinson ocupa el segundo lugar a nivel mundial, después del Alzheimer, entre las enfermedades neurodegenerativas que afectan a las personas de la tercera edad. Tiene una prevalencia en la población general de cerca del 0.3% y del 1% en la población mayor de 60 años. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, se estima que en el mundo hay entre siete y diez millones de pacientes de enfermedad de Parkinson con una tasa de prevalencia que aumenta en la medida que la población en estudio envejece (Fahnm, Jankovic, & Hallet, 2011).

Según los resultados de un estudio poblacional realizado en Cuba, dicha enfermedad neurodegenerativa fue la más frecuente en los ancianos, con una tendencia ascendente según la edad (Giroud, Collado-Mesa, & Esteban, 2000).

Los síntomas motores que caracterizan la EP son la hipobradicinesia (lentitud de los movimientos y disminución de su amplitud), rigidez y temblor de reposo, relacionados etiológicamente a la degeneración de las vías nigroestriadas secundaria a toxas (ambientales o endógenas) (Del Tredici & Braak, 2012), (Maetzler & Hausdorff, 2012).

La bradicinesia se refiere al enlentecimiento del movimiento en sí (activación del músculo) y la acinesia al fallo en el inicio del movimiento (activación de la corteza motora). La observación directa del acto motor ofrece información sobre la bradicinesia, sin embargo, la medición del tiempo de reacción ofrece datos objetivos acerca de ambos signos (bradicinesia y acinesia). El tiempo de reacción es el tiempo que media entre la presentación del estímulo y el comienzo del movimiento; el tiempo que demora el sujeto en realizar el movimiento completo es el tiempo de movimiento. Usando estos conceptos podemos inferir que el tiempo de reacción se relaciona con la acinesia y el tiempo de movimiento con la bradicinesia. Ambos tiempos están afectados en el paciente con Parkinson. En la realización de movimientos simultáneos y secuenciales en la EP están más afectados que los movimientos aislados. El tiempo entre dos movimientos (latencia inter-comienzo) se encuentra prolongado también en estos pacientes (Fahnm, Jankovic, & Hallet, 2011).

El tiempo de reacción puede prolongarse por diferentes mecanismos. En el caso del paciente con temblor, este debe esperar para iniciar el movimiento a que aparezca la contracción del músculo agonista necesario para la realización del movimiento (inicio del temblor). Otro mecanismo pudiera estar en relación con aquellos movimientos que deben ser coordinados con los movimientos oculares. En las personas sanas existe una coordinación entre los

movimientos oculares y de los miembros con un inicio discretamente temprano del movimiento ocular, sin embargo, en la EP el movimiento de los miembros no comienza hasta completar el movimiento ocular. Parece ser que estos pacientes necesitan enfocar el objeto antes de ser capaces de moverse hacia él (Fahnm, Jankovic, & Hallet, 2011).

La rigidez es la incapacidad para relajarse adecuadamente y los pacientes presentan algún grado de contracción muscular al reposo. La rigidez puede asociarse a contracturas y dolor en grandes articulaciones, como el hombro congelado, y deformidades articulares que unidos a la rigidez propiamente dicha afectan la realización del movimiento (Tinazzi, y otros, 2006).

Existe evidencia de que en la EP hay afectación de la discriminación del color, sensibilidad al contraste y memoria visual, además de trastornos visoespaciales (Waterfall & Crowe, 1995)

EL DISEÑO EN LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES A PROBLEMAS DE SALUD

Las disciplinas propositivas que desde el diseño realizan su actividad en favor de la calidad de vida, han asumido la responsabilidad que implica el diseño de espacios, servicios y objetos, entendiendo que estos desempeñan un papel central en los procesos de transformación social y cultural, pues

en la medida en que posibilitan el uso y el acceso, potencian la inclusión.

En el ámbito del diseño son varias las aproximaciones en este sentido. Dependiendo de la región puede encontrarse como Diseño Universal (Mace, 1985) (Preiser & Ostroff, 2001), Diseño Inclusivo (Coleman, 1994) (Imrie & Hall, 2001) o Diseño para Todos (EIDD, 2004).

El objetivo de diseñar realmente “para todos” parece imposible, la propia diferencia entre capacidades conlleva a que existan distintas necesidades. Confiar en que el diseño de un producto puede satisfacer las necesidades de toda la población puede ser utópico (Steinfeld & Tauke, 2002).

Otro enfoque es el Diseño Centrado en el Usuario (Norman & Draper, 1986), que en términos generales es el proceso de diseño en el cual el usuario final del producto participa e influye. Este, aunque se puede extender a otras áreas, es un enfoque desde el Diseño de Interacción, por lo cual el objeto de diseño es la interfaz (Mao, Vredenburg, Smith, & Carey, 2005). El Diseño Centrado en el Usuario consulta con los mismos sus necesidades y los involucra en etapas específicas durante el proceso de diseño; comúnmente durante la definición de requisitos y mediante los test de usabilidad (Abrás, Maloney-Krichmar, & Preece, 2004). Algunas de las técnicas empleadas que involucran a los usuarios en el proceso son el juego de roles y las simulaciones, estas tienen el ob-

jetivo de evaluar alternativas de diseño y recopilar información sobre necesidades y expectativas de los usuarios para elaborar un prototipo (Preece, Rogers, & Sharp, 2002).

CONTENIDOS METODOLÓGICOS: VARIABLES INDEPENDIENTES, DEPENDIENTES Y CONTROLADAS

Métodos de investigación utilizados

Se empleó el análisis bibliográfico como método empírico para investigar de acuerdo al usuario final del diseño (personas con trastornos del movimiento, específicamente EP) cuáles deberían ser las regularidades del dispositivo.

Se utilizaron los programas CorelDRAW y 3D Max para el diseño de los módulos y el programa Proteus 6 para el diseño electrónico del dispositivo.

Para establecer las regularidades finales del dispositivo se trabajó en grupos de discusión donde se estandarizaron los criterios de los especialistas de acuerdo a la experiencia en sus respectivas disciplinas.

Resultados

Las etapas de la propuesta metodológica son las siguientes:

1. Etapa de levantamiento de necesidades

Se propone formar un equipo de trabajo a partir de la identificación de las disciplinas que tengan relación directa con el problema de diseño que se debe resolver. En el equipo se debe garantizar que los miembros ejerzan la profesión y tengan cierta experiencia en el campo de la investigación. En este caso se decidió que el equipo estuviera conformado por un diseñador industrial, una psicóloga con experiencia en el campo de las neurociencias, una neuróloga y un electromédico con experiencia en dispositivos con fines neurológicos.

1.1. Determinación de aspectos metodológicos formales

a. Objetivo

En primer lugar, se debe determinar el problema a dar solución a través del diseño interdisciplinar. En este caso el objetivo fue identificar las características que debe tener un dispositivo (interface de control) para la evaluación de personas con trastornos del movimiento. Este objetivo constituye uno de los objetivos específicos de una investigación más amplia que se propone determinar las regularidades que deben tener las interfaces de control doméstico para facilitar su uso por personas con EP. Para poder determinar estos rasgos fue necesario evaluar experimentalmente cuáles serían las características visuo-perceptivas y táctiles que podrían influir en la facilidad de uso de interfaces que deben manipular en su vida diaria las personas con trastor-

nos del movimiento. Las características que se evaluarán deben determinarse en el acápite variables independientes.

La definición del objetivo del trabajo posibilita establecer un escenario común para todos los participantes, por tanto, este debe ser declarado en un lenguaje común a las disciplinas y determinar claramente los límites de cada una. El objetivo puede estar predeterminado, o también elaborarse en conjunto en el grupo de trabajo; sin embargo, se debe partir, al menos, de una problemática, en este caso la de elaborar un dispositivo para llevar a cabo el experimento.

Cada uno de los participantes debe declarar el alcance real de sus competencias profesionales de cara al objetivo, para evitar sesgos de pensamientos y prejuicios que existan hacia las disciplinas. El objetivo se puede ampliar o reducir en dependencia de estos criterios, siempre y cuando no se comprometa el resultado final del proyecto o investigación en el que esté inmerso el diseño final. En este caso la experiencia de los participantes fue suficiente para el cumplimiento del objetivo, tal y como estaba previsto.

b. Variables

Se deben definir las variables, tanto dependientes como independientes, que se evaluarán a través del dispositivo.

En este caso se estableció que el dispositivo debe ser capaz de evaluar la eficiencia del movimiento. Esta eficiencia depende de la conducta de los sujetos a evaluar, por tanto, se determinaron como variables dependientes, variables conductuales clásicas en los experimentos psicológicos.

- **Tiempo de reacción:** Tiempo que demora el sujeto en accionar el control.
- **Respuestas correctas:** Cantidad de veces que el sujeto acciona el control correcto de acuerdo al protocolo de experimentación.
- **Respuestas incorrectas:** Cantidad de veces que el sujeto acciona un control que no es el correcto de acuerdo al protocolo de experimentación.

Estas variables se relacionan con los términos eficiencia y eficacia, dos aspectos a tener en cuenta para evaluar la usabilidad de una interfaz (Nielsen, 1994). La eficiencia se refiere a cuánto tarda el sujeto en la realización de una tarea y la eficacia, por otra parte, comprende los aciertos y errores cometidos por el usuario durante la realización de la tarea.

En dependencia de cómo varíen las características de los controles, se determinará qué cualidad favorece o no la ejecución del movimiento.

2. Etapa de traducción

Para la elaboración del dispositivo, tanto desde el diseño, como desde la perspectiva electrónica, deben determinarse los requisitos que debe cumplir el mismo. De esta forma se guía el proceso y se evitan retrocesos y trabajo innecesario.

La confección de los requisitos debe contar con la participación de todo el equipo para garantizar la viabilidad de los mismos. La persona que dirige el proyecto (en este caso, una psicóloga) tiene una idea preconcebida de la finalidad del experimento, pero no cuenta con las herramientas necesarias para determinar hasta dónde se puede llegar desde las dos disciplinas restantes.

Para determinar regularidades que favorecen la manipulación de controles en la vida diaria, fue necesaria la determinación de cualidades que funcionarían como variables independientes. Finalmente se determinaron las siguientes:

Color (100% de saturación):

- Colores primarios (rojo, azul, amarillo)
- Verde
- Escala monocromática (blanco, gris y negro)
- Fondo (negro, blanco)

Tamaño (diámetro del control):

- Pequeño (0.6 cm)

- Mediano (0.9 cm)
- Grande (1.3 cm)

Forma

- Cuadrado
- Círculo
- Triángulo
- Elipse
- Rectángulo

Profundidad

- Cóncavo
- Plano
- Convexo

Altura del control

- Plano (0 mm)
- Elevado (3 mm)
- Muy elevado (6 mm)

Proximidad (por antropometría de la mano)

- Muy cercano (3 mm)
- Cercano (7 mm)
- Lejano (11 mm)

Dentro de las cualidades físicas que podrían poseer los controles, no todas pueden ser evaluadas, sin embargo, existen y pueden influir en los resultados como variables extrañas. Por este motivo, dichas variables declararon como variables controladas y como tal se diseñaron. Estas son:

- Material de los controles (material rígido, PLA)
- Resistencia del control (2.8 N)
- Base del dispositivo (plano)

En un mismo control influyen distintas variables independientes, por ejemplo: un mismo control tiene color, forma, profundidad y tamaño determinado. Una vez que se realiza el experimento sería poco confiable evaluar todas las variables a la vez, pues si no se aísla la cualidad, no se podrá determinar a cuál de las variables independientes se debe la modificación en las variables dependientes. En este caso, el aislamiento de la cualidad se logra a partir de la determinación de cualidades estables, de determinadas cualidades cuando estas no son evaluadas.

- Forma del control (circular)
- Contraste control - fondo (control gris - fondo negro)
- Bordes (fileteados)
- Dimensión (9 mm diámetro)
- Proximidad (11mm entre controles)

Para la fabricación del dispositivo se tuvieron en cuenta los siguientes elementos de elaboración electrónica, llevándose a cabo un diseño electrónico como traducción de las necesidades acordadas.

- Interruptor de inicio que permita al evaluador dar comienzo de forma manual a la prueba.
- Señal de inicio auditiva que indique al paciente que debe comenzar la prueba.

- Cronómetro que se inicie simultáneamente con la señal de inicio que mida el tiempo límite de cada ensayo de la prueba.
- Tiempo de duración del ensayo: 10 segundos (4 dígitos en el portador contable: 3 para los milisegundos y 1 para los segundos).
- Cronómetro que se inicie simultáneamente con la señal de inicio y se detenga una vez que el paciente ejecute la prueba (presionar el control).
- Señal de cumplimiento de la prueba (visual y auditiva) que indique al paciente que ha ejercido la presión necesaria para accionar el control.
- Input que envíe la información de la prueba a una computadora, la cual registrará los valores correspondientes a las variables conductuales a medir.
- Output que accione las señales de cumplimiento de la prueba y de conclusión del tiempo culminado según el temporizador.

En un primer encuentro de trabajo se determinó que la señal de inicio sería visual y auditiva, sin embargo, luego de consultada la bibliografía sobre el funcionamiento de los analizadores humanos, se determinó que la señal debía ser solamente auditiva. La justificación fue la siguiente:

- Los estímulos auditivos y los estímulos visuales no se procesan a igual velocidad.
- El tiempo de reacción ante señales sonoras es menor que ante señales visuales.
- Hay un menor daño de los analizadores auditivos que de los visuales con el envejecimiento.
- Hay menos dispersión de la atención si la persona se puede concentrar en la tarea, la cual es visual.

Una vez que se determinan los requisitos generales del dispositivo, se precisan los que conciernen al diseño y la electrónica. Estos deben estar en concordancia, pues son interdependientes entre sí y garantizan el funcionamiento total del dispositivo.

3. Etapa de ajuste

Requisitos del diseño de interfaz

Se dividió la interfaz en módulos, cada uno destinado a evaluar una de las variables independientes. De esta manera tenemos una interfaz compuesta por seis módulos. Las variables dependientes son estables en todos los módulos.

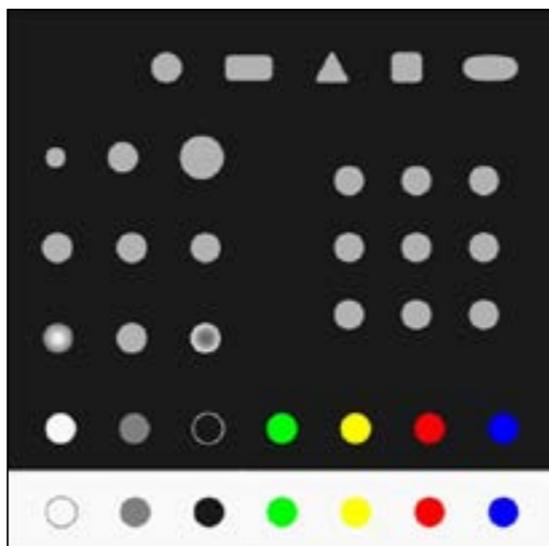
Debido a la previa conciliación de las variables independientes, variables controladas y cualidades estables que predefinieron criterios de diseño de la

interfaz, solo restó establecer requisitos concernientes a la configuración de la misma y al ordenamiento de los módulos.

Como objetivo importante en esta etapa se estableció que cada módulo pudiera distinguirse con facilidad del resto, o sea, que la ubicación y agrupamiento de los controles permitiera identificar los módulos.

Luego de explorar algunas variantes de configuración, fue seleccionada la que permitía contener todos los módulos en un teclado optimizado en cuanto a dimensiones, pues, a pesar de contener 55 controles, puede considerarse pequeño o mediano. A su vez esta variante cumplía el objetivo de discriminar los módulos y por el ordenamiento de los mismos, siguiendo el orden de lectura, trazaba una secuencia válida para la consecución de las tareas de la prueba. (Figura 1)

Figura 1. Diseño de interfaz.



Requisitos del diseño electrónico

Se dividió el diseño electrónico en dos sectores: el Contador Portable (quien dirigiría y monitorearía el experimento), sería controlado por el evaluador e inaccesible al sujeto; el otro sector sería el dispositivo en sí, en el cual se montarían los paneles diseñados con los controles. Aquí debe existir una correspondencia exacta entre los controles y el panel electrónico.

Descripción y funcionamiento de los bloques del Contador Portable.

- Señales arranque y parada-borrado del usuario: Señales generadas por un usuario pulsando un botón ubicado en el Contador. Con la misma señal de parada se borrará la información del Contador.
- Señal “parada” del paciente: Señal generada por un paciente pulsando cualquiera de los botones del mando o periférico empleado como control a distancia.
- Circuito de arranque y parada-borrado: Circuito encargado de dar cumplimiento a las órdenes solicitadas. Las órdenes de arranque y parada-borrado son opuestas entre sí, por lo que implementar la señal de parada-borrado equivaldrá a deshacer la señal de arranque.
- Señal sonora: Circuito encargado de activar una señal sonora por espacio de 250 ms cada vez que se

ejecute una orden de arranque, parada o parada-borrado. La señal de audio es suministrada por el Generador de Frecuencia de 1 KHz.

- Generador de Frecuencia de 1 KHz: Circuito encargado de suministrar una señal a ser empleada como tono indicador de “arranque o parada-borrado”, como base de tiempo para el Circuito Contador y como sincronismo por el Circuito Vigía. La frecuencia $F = 1 \text{ kHz}$ asegura efectuar conteos en el orden de los milisegundos: $t = 1/F = 1 \text{ ms}$.

- Habilitador de solicitud de orden “parada”: Circuito encargado de verificar que el Contador no esté detenido, en cuyo caso no se atenderá la solicitud hecha por el paciente.

- Contador de 0 a 10 segundos: Circuito Contador con velocidad de “un conteo por mili segundo”. El circuito diferenciará el valor de cuatro cifras de tiempo: segundos más décimas, centésimas y milésimas de segundos. El máximo valor a cronometrar será de 10 segundos.

- Vigía del conteo límite: Circuito encargado de chequear constantemente el valor del Circuito Contador. Si el tiempo cronometrado alcanza el conteo “10 segundos” el Vigía generará una orden de “parada-borrado” hacia el Circuito de Parada-Borrado.

- Traductor contador – pantalla: Circuito encargado de decodificar o traducir la información de salida del Circuito Contador a un lenguaje comprensible por la Pantalla de 4 Dígitos.

- Pantalla da 4 dígitos: Conformada por 4 lámpara de 7 – segmentos, cada una encargada de visualizar la cifra de tiempo correspondiente.

Especificaciones del Contador Portable.

- Manipulado directamente solo por un usuario (no paciente). Solo atenderá dos órdenes: arranque y parada-borrado. La información del Contador se perderá una vez ejecutada la orden “parada-borrado”.

- Manipulado a distancia por un paciente por intermedio de un control o periférico desde el cual solo podrá ser enviada una solicitud de “parada”. La información del contador será visualizada en una pantalla hasta tanto un usuario no efectúa una orden de parada-borrado.

- Emitirá una señal sonora de 1 KHz y duración 250 milisegundos, cada vez que se ejecute una orden de arranque, parada o borrada.

- Cronometrará y visualizará el tiempo de respuesta de un paciente siempre y cuando este no sobrepase

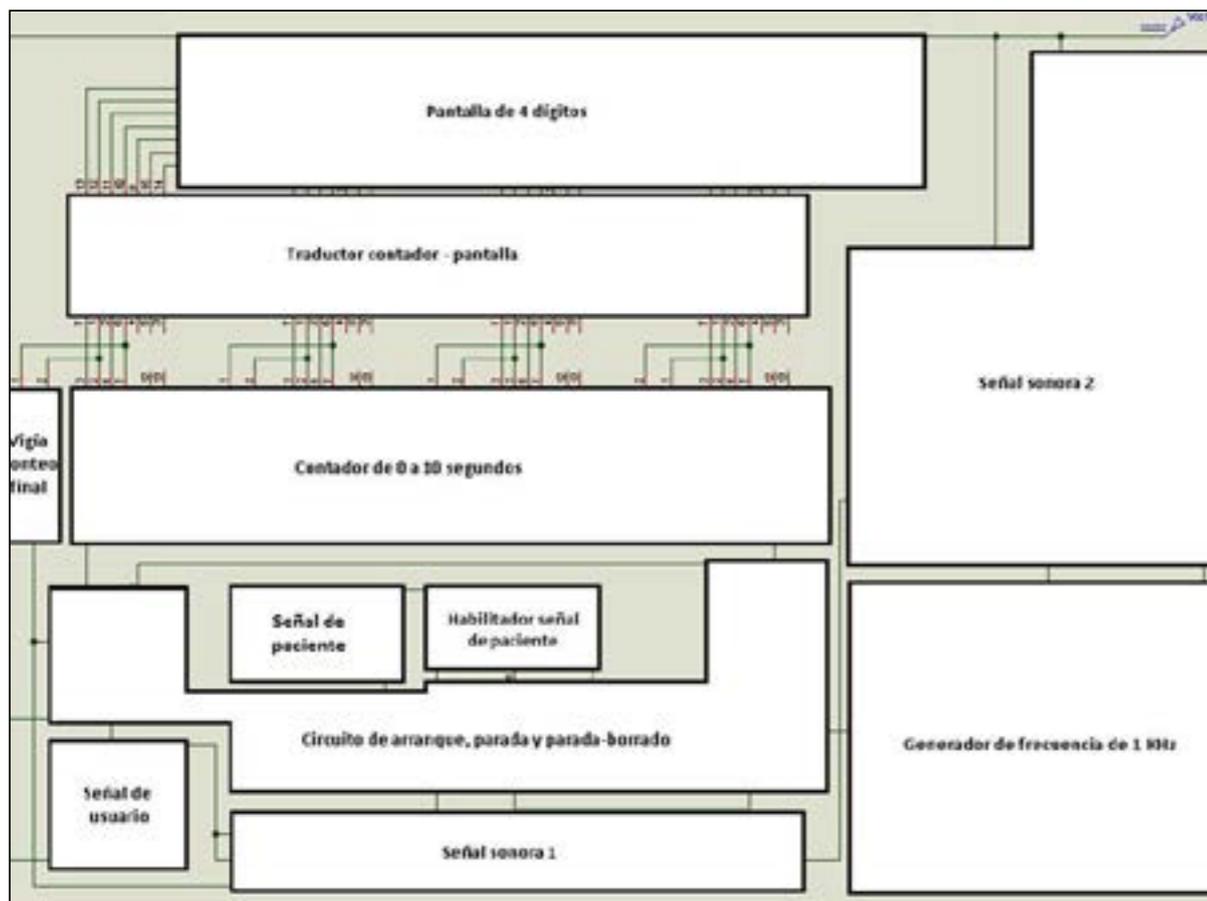
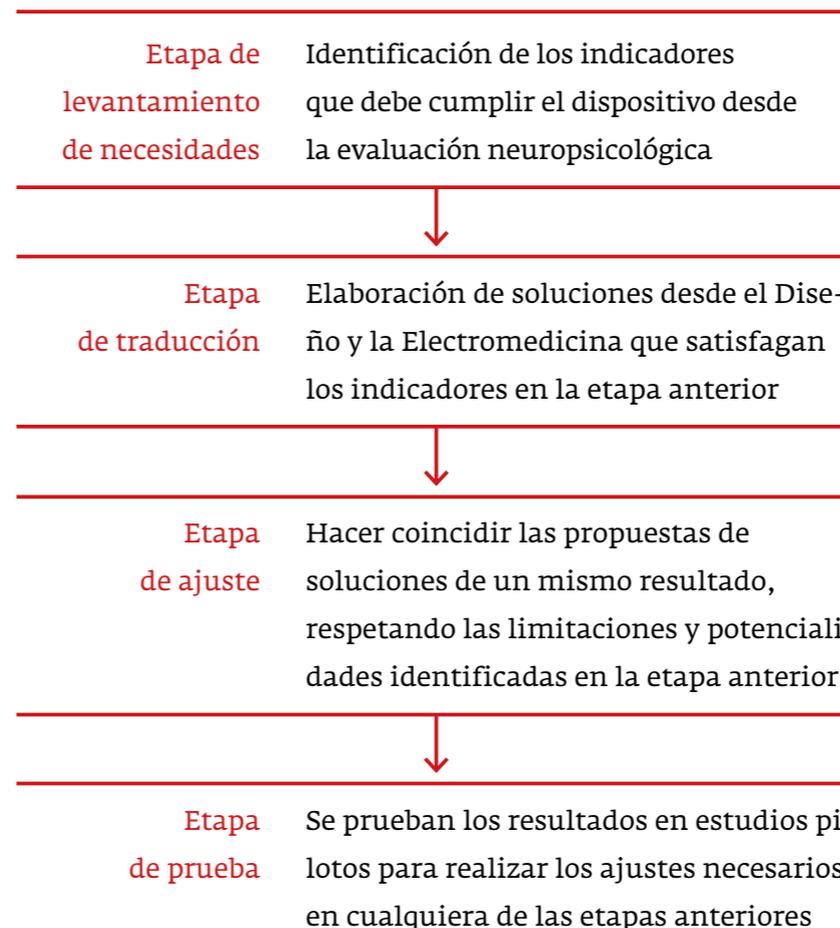


Figura 2. Mapa electrónico del control.

los 9.999 segundos, tiempo en que el Contador efectuará una parada-borrado automática. (Figura 2)

DISCUSIÓN

El Diseño es asociado muchas veces a la simple solución de problemas estéticos; sin embargo, es una ciencia con grandes potencialidades para brindar soluciones a problemas como el estudio de enfermedades de alta incidencia u otros aspectos de interés social. Este tipo de estudio demuestra que la inter-



disciplinaria, además de una necesidad científica actual, es una oportunidad para poner el Diseño al servicio de la sociedad.

La metodología parte de la participación de todos los especialistas en la confección del resultado-meta, iniciando en la discusión de las necesidades. La organización del trabajo y la planificación por etapas resulta fundamental pues proporciona una visión multidimensional de la problemática. Se identificaron cuatro etapas fundamentales de trabajo: (Gráfico 1)

Gráfico 1. Etapas metodológicas del trabajo.

En el presente trabajo se llegó hasta la tercera etapa, la elaboración de la cuarta se planificó a partir del esquema anterior.

La metodología propuesta no debe interpretarse como la consecución rígida de cada una de sus etapas. Durante el desarrollo del trabajo se puede regresar a fases anteriores, como resultado de la retroalimentación en la conclusión de resultados parciales. Asimismo, en dependencia de los especialistas que participen, se podría ampliar la cantidad de etapas o crear sub-etapas donde interactúen solo algunos de los miembros del equipo.

A partir de esta guía podrían reproducirse otros equipos de trabajo que imbriquen el Diseño con otras especialidades, como la Informática, y así propicien la interdisciplinariedad en la búsqueda de soluciones.

CONCLUSIONES

La perspectiva interdisciplinar brinda aportes, no solo al resultado-meta, sino también a la preparación de los especialistas que participan en el grupo de trabajo. Igualmente, esta metodología facilita la comunicación y economiza el tiempo que se emplea durante el trabajo desde diferentes perspectivas.

RECOMENDACIONES

Recomendamos que el trabajo se lleve hasta la fase de prueba y que esta metodología se replique con

grupos de trabajo de otras disciplinas, diferentes a las que participaron en este.

REFERENCIAS

Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. In Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), 445-456.

Coleman, R. (1994). The case for inclusive design - An overview. In Proceedings of the 12th Triennial Congress of the International Ergonomics Association. Toronto: International Ergonomics Association.

Corel. (2011). Corel Draw. Dallas, Texas, USA.

Del Tredici, K., & Braak, H. L. (2012). Psychology and Neurodegeneration in Premotor Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 5(27), 597-607.

EIDD. (2004). Stockholm Declaration. Obtenido de Design for All Europe: [http:// www.designforall-europe.org/Design-for-All/EIDD-Documents/Stockholm-Declaration/](http://www.designforall-europe.org/Design-for-All/EIDD-Documents/Stockholm-Declaration/)

Fahm, S., Jankovic, J., & Hallet, H. (2011). Principles and practice of movement disorders (2 ed.). London: Elsevier.

- Giroud, J. B., Collado-Mesa, F., & Esteban, E. M. (2000). Prevalence of Parkinson disease in an urban area of Ciudad de La Habana province, Cuba. Door-to-door population study. *Neurologia*, 15(7), 269-273.
- Imrie, R., & Hall, P. (2001). *Inclusive Design: Designing and Developing Accessible Environments*. London: Spon Press.
- Mace, R. (1985). Universal design: Barrier free environments for everyone. *Designers West*, 33(1), 147-152.
- Maetzler, W., & Hausdorff, J. (2012). Motor Signs in the Prodromal Phase of Parkinson's Disease. *Movement Disorders*, 5(27), 627-633.
- Mao, J. Y., Vredenburg, K., Smith, P. W., & Carey, T. (2005). The state of user-centered design practice. *Communications of the ACM*, 48(3), 105-109.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ.: Lawrence Earlbaum Associates.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Preiser, W., & Ostroff, E. (2001). *Universal Design Handbook*. New York: McGraw-Hill.
- Steinfeld, E., & Tauke, B. (2002). Universal designing. En *Universal Design. 17 Ways of Thinking and Teaching* (J. Christophersen ed., págs. 165-189). Norway: Husbanken.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). *Diccionario de la investigación científica* (Segunda ed.). México: Limusa.
- Tinazzi, M., Del Vesco, C., Fincati, E., Ottaviani, S., Smania, N., & Moretto, G. (2006). Pain and motor complications in Parkinson's Disease. *Journal of Neurology and Neurosurgery Psychiatry*(77), 822-825.
- Waterfall, M. L., & Crowe, S. F. (1995). Meta-analytic comparison of the components of visual cognition in Parkinson's disease. *Journal of Clinical Experimental Neuropsychology*(17), 759-772.

RECIBIDO: 5 de marzo 2018

APROBADO: 10 de mayo 2018