

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE POSTGRADO**



**LENGUAJE GRÁFICO O TEXTUAL PARA LA EVALUACIÓN NEUROKINÉSICA
DE PACIENTES CON ACCIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO
ENSAYO ALEATORIO TIPO “CROSSOVER”**

CESAR IVAN BALAREZO ORTIZ

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN INFORMATICA MEDICA**

Directora de Tesis: Prof. Dra. Paulina Pino Zúñiga

2017

Escuela de Postgrado

Avda. Independencia 1027, Santiago, Chile. Tel: (56 2) 29789588, danielavinals@med.uchile.cl.
<http://www.medicina.uchile.cl/postgrado>

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE POSTGRADO**

INFORME DE APROBACION TESIS DE MAGISTER

Se informa a la Comisión de Grados Académicos de la Facultad de Medicina, que la Tesis de Magister presentada por el candidato

CESAR IVAN BALAREZO ORTIZ

ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al Grado de Magister en Informática Médica en el Examen de Defensa de Tesis rendido el día 8 de septiembre de 2017.

**Prof. Dra. Paulina Pino Zúñiga
Directora de Tesis**

COMISION INFORMANTE DE TESIS

Prof. Dr. Alfredo Aguila Rojas

Prof. Dr. Rodrigo Martinez Labarca

**Prof. Dr. Mauricio Cerda Villablanca
Presidente Comisión**

Resumen

ANTECEDENTES: El desafío en el desarrollo de interfaces computacionales para la toma de decisiones clínicas es facilitar la interacción usuario – computador. Con el objetivo de mejorar la presentación de datos y facilitar el manejo de información médica se han estudiado y comparado interfaces escritas y gráficas. Una propuesta gráfica es el lenguaje icónico “Visualización de Conceptos en Medicina” (VCM/Mister) utilizado para representar conceptos médicos, situaciones clínicas, síntomas, riesgos y morbilidades, tratamientos, procedimientos, entre otros conceptos médicos. El presente estudio considera comparar la diferencia en Error de Respuesta y Tiempo empleado para responder, frente a la exposición a datos clínicos relacionados con Accidente Vascular Encefálico expresados tanto en interfaz gráfica VCM/Mister como en escrita. **METODOLOGIA:** Se aplicó un diseño de carácter experimental, aleatorio de ensayo cruzado tipo “crossover” en el que 10 kinesiólogos fueron expuestos aleatoriamente a 10 casos clínicos ficticios relacionados con Accidente Vascular Encefálico expresados tanto en lenguaje escrito como gráfico. Cada caso se asoció a una pregunta con una respuesta dicotómica. Se midió el tiempo utilizado para responder y la proporción de error de respuesta. Para análisis estadístico en el caso del tiempo se aplicó la prueba no paramétrica de Mann Whitney, y para la proporción de error de respuesta la prueba de MacNemar Chi-cuadrado. **RESULTADOS:** En este estudio el análisis de las variables utilizadas con un nivel de significancia de 0.05 no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas para el Tiempo de Respuesta ($p\text{-valor} = 0.3067$) y para el Error de Respuesta ($p\text{-valor} = 1$) frente a la exposición a datos clínicos expresados tanto en interfaz gráfica VCM/Mister como en escrita.

Abstract

BACKGROUND: The challenge in developing computational interfaces for clinical decision making is to facilitate user - computer interaction. In order to improve the presentation of data and facilitate the management of medical information, written and graphical interfaces have been studied and compared. A graphic proposal is the iconic language "Visualization of Concepts in Medicine" (VCM/Mister) used to represent medical concepts, clinical situations, symptoms, risks and morbidities, treatments, procedures, among other medical concepts. The present study considers comparing the difference in Response Error and Time used to respond, as opposed to exposure to clinical data related to Stroke expressed in both VCM/Mister graphical interface and in writing. **METHODS:** An experimental, random cross-over design was applied in which 10 physical therapists were randomly exposed to 10 clinical cases related to Stroke expressed in both written and graphical language. Each case was associated with a question with a dichotomous answer. The time used to respond and the proportion of response error were measured. For statistical analysis in the case of time the non-parametric test of Mann Whitney was applied, and for the error response ratio the MacNemar Chi-square test. **RESULTS:** In this study, the analysis of the variables used with a significance level of 0.05 did not show statistically significant differences for the Response Time ($p\text{-value} = 0.3067$) and for the Response Error ($p\text{-value} = 1$) exposure to clinical data expressed both in VCM/Mister graphical interface and in writing.

Introducción.....	6
Hipótesis	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos	9
Metodología.....	9
Resultados.....	16
Discusión	19
Anexos.....	23
Referencias	60

1. Introducción

La interacción usuario-computador ha experimentado cambios radicales en el tiempo marcando una gran diferencia entre el formato físico y el digital. Desde los artículos y equipos de escritorio hasta los microcomponentes fijos y móviles, la web con sus redes sociales, programas basados en nube, entre otros. El desarrollo tecnológico ha permitido grandes avances en el diseño de modelos y teorías de sistemas de interacción con el objetivo de facilitar el uso, medir la interacción, e identificar métodos para predecir errores, cambiando e innovando permanentemente tanto las interfaces gráficas como las textuales, y ambas en combinación. (Dix, Finlay, Abowd, & Beale) (Hornbæk)

Instituciones como Microsoft (Microsoft, s.f.) y Apple (Apple, s.f.) promueven un constante desarrollo de diseño intuitivo de interfaces proveyendo alternativas gráficas, icónicas, textuales, y mixtas con el objetivo de facilitar el acceso a información contenida en formato digital. Se propone que las representaciones gráficas, en contraste con las textuales, son presentadas en forma bidimensional lo que facilitaría su procesamiento (Sharafi & et). Estudios comparativos sobre la preferencia de los usuarios sobre el estilo diferente de la interface en ambiente Windows o Mac indican que la utilización de uno u otro no tiene relación con el desempeño de su trabajo (D'Ydewalle, Leemans, & Van Rensbergen) (Whiteside, Jones, Levy, & Wixon).

En la era digital los diseños informáticos de presentación de información y su interacción se orientan principalmente al desarrollo de sistemas cada vez más interactivos gráficos y no textuales en el sentido tradicional (Nicholas & Clark). Estos junto a las características de la actividad laboral en salud serían factores de influencia en el tiempo de identificación de alternativas de decisión (Jarvenpaa). Cabe destacar que el verdadero poder de un portal inteligente se basa en las alternativas de visión de datos y fuentes de conocimiento (Chute).

En el área de la salud es indispensable el manejo oportuno de información principalmente durante el limitado tiempo en la atención de pacientes (Simon Christian, Favre, Venot, Duclos,

& Lamy) (Suzanne & et). Mas aún en el momento crítico de prescripción farmacológica el clínico requiere de acceso rápido a la información correcta.

Con el objetivo de facilitar la interacción se han realizado diversas propuestas gráficas combinando íconos y pictogramas asociándolos a conceptos médicos. Entre estas Uval-Med lenguaje universal de asociación para medicina que provee contenido explícito relevante y útil basado en un sistema de diagnósticos manejado por especialistas clínicos (Preiss, Echavé, Preiss, & Kaltenbach); BioD lenguaje gráfico basado en internet para la descripción de sistemas biológicos (Cook, Farley, & Tapscott); VCM lenguaje icónico para Visualización de Conceptos en Medicina (Lamy, Venot, Bar-Hen, Ouvrard, & Duclos).

Utilizando estudios experimentales comparativos de diseño crossover se ha propuesto medir objetivamente las ventajas y desventajas de cada prototipo particular de interfaz gráfica. Se expuso a cada sujeto a idéntica información expresada tanto en lenguaje grafico como escrito. Cada sujeto debió responder a la misma pregunta relacionada con la información expuesta en las dos interfaces. Se evaluó la diferencia comparativa mediante las variables de proporción de error y tiempo empleado para responder (ISO). Los resultados obtenidos destacan beneficios de la interfaz textual (menor error, elección de acciones más apropiadas), sin diferencia significativa en términos de velocidad o contenido de respuesta (Law & et), así como de la gráfica (ej. mayor rapidez y menor error) (Staggers & Kobus) (Sharafi & et) y las dificultades que presenta (ej. problemas de interpretación para seleccionar íconos y crear documentos). Además, de que los pictogramas serían el mejor formato para comunicar información probabilística a los pacientes y familias en ambientes de toma de decisiones compartidos (Hawley & et).

Cabe destacar que ninguna de estas propuestas es comparable una con otra debido a que cada una considera el desarrollo de un prototipo de diseño gráfico totalmente diferente (Lamy, Venot, Bar-Hen, Ouvrard, & Duclos) (Hawley & et) (Law & et) (Staggers & Kobus).

A diferencia de los prototipos de lenguaje gráfico que solo consideran íconos y pictogramas, un grupo de investigadores del Laboratorio de Informática Médica y Bioinformática (LIM&BIO) de la Universidad de Paris diseñaron como guía de consulta una interface gráfica

que combinando íconos, formas y colores son utilizados para identificar casos particulares y proveer un resumen gráfico organizado por anatomía e etiología. Denominado “Lenguaje de Visualización de Conceptos en Medicina” (VCM/Mister) (*Anexo 1*), es un lenguaje icónico utilizado para representar conceptos médicos, situaciones clínicas y psicológicas, síntomas, riesgos y morbilidades, tratamientos farmacológicos y no farmacológicos, exámenes clínicos, procedimientos, guías clínicas y otros documentos médicos; permitiendo el manejo de información clínica con menor proporción de error de comprensión y en menor tiempo comparado con el lenguaje textual. (Lamy J.-B.) (Lamy & Tsopra) (Iordatii & et) (Griffon) (Lamy J. B.).

Dadas estas características, se decidió utilizar el lenguaje gráfico VCM/Mister. para compararlo con el escrito. Se aplicó un diseño de carácter experimental, aleatorio de ensayo cruzado tipo “crossover” con el objetivo de evaluar la efectividad y eficiencia mediante las variables de diferencia de error de respuesta y tiempo correspondiente frente a la exposición de datos expresados en interfaz gráfica VCM/Mister comparado con la escrita como medio de presentación de información en casos clínicos hipotéticos relacionados con Accidente Vascular Encefálico.

2. Hipótesis

El lenguaje gráfico comparado con el textual permite el acceso a datos clínicos con mayor efectividad (menor error de respuesta) (Michard) y eficiencia (menor tiempo empleado para responder) (Suzanne & et).

3. Objetivo General

Evaluar la efectividad y eficiencia mediante la diferencia de error de respuesta y tiempo correspondiente frente a la exposición de datos expresados en interfaz gráfica VCM/Mister

comparado con la escrita como medio de presentación de información en casos clínicos hipotéticos relacionados con ACV.

4. Objetivos Específicos

1. Capacitar a Kinesiólogos con formación en rehabilitación neurológica para que identifiquen información relacionada con ACV contenida en lenguaje gráfico VCM/MISTER.
2. Desarrollar casos clínicos hipotéticos relacionados con ACV.
3. Diseñar una pregunta por caso con respuesta dicotómica Si – No.
4. Diseñar interfaces gráfica y escrita por caso, con igual contenido de información clínica.
5. Someter a prueba.
6. Recolectar respuestas y tiempo empleado.
7. Analizar la diferencia en proporción de error de respuesta y tiempo correspondiente de interacción de los sujetos con las interfaces gráficas y escritas.

5. Metodología

a. Diseño y selección

Se aplicó un diseño de carácter experimental, aleatorio de ensayo cruzado tipo “crossover”. Se utilizó un programa de cálculo para consideraciones estadísticas aplicado a estudios “crossover” (Schoenfeld, s.f.) para estimar aproximadamente el número de sujetos utilizando los siguientes parámetros: nivel de significancia (ajustado por lado) = 0,025, desviación estándar no definida = 1, desviación estándar de la diferencia = no definida; N sujetos = no

definido, potencia = 0,8, diferencia de medias = no definida. El resultado obtenido fue que se requiere un N total = 18 sujetos; con una probabilidad del 90 por ciento de que este detecte una diferencia de tiempo empleado para responder y error de respuesta en un nivel de significancia de dos colas = 0,05 basado en el supuesto de que la desviación estándar de la variable de respuesta intrasujeto es 1.

Para calcular la diferencia mínima detectable de medias aproximada teniendo en cuenta un N = 10 individuos y considerando los mismos parámetros anteriores el resultado obtenido es el 80 por ciento de probabilidad de que se detectará una diferencia de tiempo empleado para responder y error de respuesta en un nivel de significancia de dos colas = 0,05 basado en el supuesto de que la desviación estándar dentro del paciente de la variable de respuesta es 1.

Considerando estos resultados, y el análisis de las características, ventajas y desventajas del diseño de estudio experimental aleatorio de ensayo cruzado tipo “crossover”, se diseñaron 10 casos clínicos ficticios configurados en ambas interfaces que fueron expuestos a 10 evaluadores, kinesiólogos licenciados (5 hombres y 5 mujeres) que trabajan exclusivamente en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Centro de Rehabilitación La Florida de la Caja de Previsión de la Defensa Nacional y que atienden a los mismos pacientes hospitalizados. Todos con aprobación del “Curso Básico de Paciente con Daño Neuromotor Concepto BOBATH, Sociedad Internacional de Neuro-Desarrollo”. Ninguno de los sujetos ha utilizado sistemas de registro clínico electrónico, el Centro de Rehabilitación no cuenta con Ficha Electrónica. Todos afirman tener conocimiento informático básico nivel usuario de procesador de texto. (Tabla 1)

Tabla 1 – Distribución de la muestra (Anexo 4)

Sujetos (N = 10)	Promedio	Mediana	Min	Max
Edad (años)	37.1	33.5	26	59
Experiencia (años)	12.2	8.00	3.00	34.00

b. Elaboración de casos y preguntas

Se diseñaron 10 casos clínicos ficticios relacionados con ACV (*Anexo 2*), en el diseño participaron un Médico Fisiatra, un Kinesiólogo con la misma formación que los sujetos seleccionados, una Fonoaudióloga y un Terapeuta Ocupacional. Para la elaboración de los casos se utilizó la metodología de la Clasificación Internacional del Funcionamiento Discapacidad y Salud (CIF) (WHO) (WHO). Desarrollada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) la CIF provee un código de clasificación de un lenguaje estándar para describir estados de salud desde las perspectivas del cuerpo (funciones), el individuo (actividades) y la sociedad (participación), agrupando sistemáticamente diferentes dominios para una persona en una condición dada de salud (ej. que puede hacer o no una persona con una enfermedad o problema de salud) En forma similar la discapacidad es un término que contiene alteraciones, limitación de actividades o restricción de participación (WHO). Específicamente, para el Accidente Vascular Encefálico se utilizó un protocolo individualizado denominado “Formulario de Rehabilitación Basado en Problemas” (Steiner & et) que contiene un conjunto abreviado de dominios (BRIEF ICF CORE SET for STROKE) (Szilvia & et) (Geyh, Cieza, & et) (Paanalahti & et).

Para asegurar la consistencia (Mahajan & Shneiderman) del lenguaje icónico en relación con el escrito (Engelen) se mapeó las relaciones de conceptualización médica (Xia & Lisa) mediante la interface interactiva que vincula al buscador PubMed de la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos (NCBI), con el vocabulario controlado que contiene los descriptores utilizados en la base de datos MeSH Database (PubMed) y con la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) (WHO).

Utilizando la misma metodología cada caso expresado en lenguaje escrito y gráfico se asoció a una misma pregunta con respuesta dicotómica si/no relacionada con función, actividad o participación en referencia a la información ficticia expuesta.

c. Capacitación y entrega de material “introducción básica al lenguaje VCM

Se elaboró una presentación de introducción básica al lenguaje VCM y conceptos de la CIF. Además, se confeccionó un material escrito de referencia “Introducción al Lenguaje VCM”.

Se realizó una presentación expositiva interactiva de 2 horas de duración a la que asistieron todos los participantes. Se trató sobre los conceptos básicos de las diferentes combinaciones de formas, colores e íconos utilizados en el lenguaje VCM, y se presentó un caso ficticio relacionado con ACV incorporando Mister VCM. Finalmente se dejó un espacio en el que se respondieron preguntas sobre dudas respecto al lenguaje gráfico VCM/Mister. Posterior a ésta presentación se envió vía correo electrónico el material escrito de referencia.

Siete días después se realizó una segunda reunión de 2 horas de duración para aclaración de dudas. Se indicó a los sujetos que serán expuestos a la lectura de 10 casos clínicos ficticios referentes a ACV, que deberán responder (sí/no) a una pregunta asociada a cada caso expresado en lenguaje gráfico y escrito. Los participantes firmaron su asistencia, aceptando su participación voluntaria sin ningún tipo de incentivo.

d. Aleatorización de la secuencia de exposición

Cada sujeto fue expuesto aleatoriamente a los 10 casos clínicos ficticios relacionados con ACV. Para el orden de exposición (secuencia), los sujetos fueron ordenados alfabéticamente por apellido, y numerados [0 a 9]. Se aplicó un sistema de sorteo utilizando la función de generador numérico `import random` del lenguaje programación Python:

```
>>> import random  
  
>>> nums = [x for x in range(N-1)]  
  
>>> random.shuffle(nums)
```

>>> nums

3, 4, 7, 6, 8, 5, 0, 1, 2, 9

En primera instancia los sujetos número par (incluido 0) fueron expuestos a interfaz gráfica y los impar a escrita. Posterior a una fase de blanqueo se realizó la segunda exposición invirtiendo la interfaz en relación a la primera.

e. Configuración de la encuesta

Se utilizó el “programa de cuestionario en línea basado en nube SurveyMonkey®” para editar las interfaces, teniendo especial cuidado de que ambas expresen el mismo contenido y consistencia (*Anexo 3*). En el programa se configuró un cronómetro para medir el tiempo entre el despliegue de la interfaz y la respuesta, y correspondencia de la respuesta.

f. Exposición de sujetos a interfaces escrita o VCM

Se procedió al envío de cuestionarios vía correo electrónico a cada sujeto (primera exposición), se aplicó la fase de blanqueo “wash-out” de 15 días de duración, y posteriormente se procedió a la segunda exposición en el lenguaje inverso. Las respuestas almacenadas en SurveyMonkey® fueron exportadas a una base de datos archivo CSV para análisis.

g. Análisis

Para la evaluación se consideraron las variables de los criterios de conceptualización ISO 9241-11:1998: (1) Intervención en ambientes particulares, *interfaz gráfica versus escrita*; (2) eficiencia, *tiempo de respuesta* (3) efectividad, *error de respuesta*. (Tabla2)

No se consideró la existencia de variables de confusión, dado el carácter experimental, aleatorio y pareado del estudio propuesto. Sin embargo, se consideraron las siguientes variables que serán consignadas y utilizadas con fines descriptivos y para evaluar el funcionamiento de la aleatorización referente a los Kinesiólogos: género, edad, Universidad, tiempo de formación, tiempo de especialidad, tiempo de realización del “Curso Básico de Paciente con Daño Neuromotor Concepto BOBATH, Sociedad Internacional de Neuro-Desarrollo”.

Dado el diseño, se asumirá que el análisis pueda ser realizado a partir del análisis univariado (intervención/respuesta). En el caso del tiempo, si la distribución es simétrica con una prueba de diferencias de promedios, mediante prueba pareada (t-test); si la distribución es asimétrica mediante la prueba no paramétrica de Mann Whitney para datos relacionados (pareados); y para la proporción de error de respuesta con una prueba de Monema. En principio no se requerirá la aplicación de pruebas multivariadas, excepto en el caso que se aprecien diferencias significativas en la conformación de los grupos de comparación. Para el análisis se utilizará el Programa para Estadística Computacional R versión R-3.4.1.

Tabla 2 – Variables consideradas en este estudio (Anexo 4)

VARIABLES		
CONCEPTUALIZACION	ESCALA DE MEDICION	ESCALA CODIGO
EXPOSICION		
INTERVENCION	DICOTOMICA	GRAFICO = 0 TEXTUAL = 1
RESPUESTA		
TIEMPO DE RESPUESTA	CONTINUA	SEGUNDOS
PORCENTAJE DE ERROR	DICOTOMICA	CORRECTA = 1 ERRADA = 0

6. Resultados

En lo que se refiere a la variable tiempo de respuesta los datos obtenidos se describen en la (Tabla 3).

Tabla 3 – Respuestas de la variable Tiempo de Respuesta con el uso de las Interfaces escritas y VCM (Anexo 4)

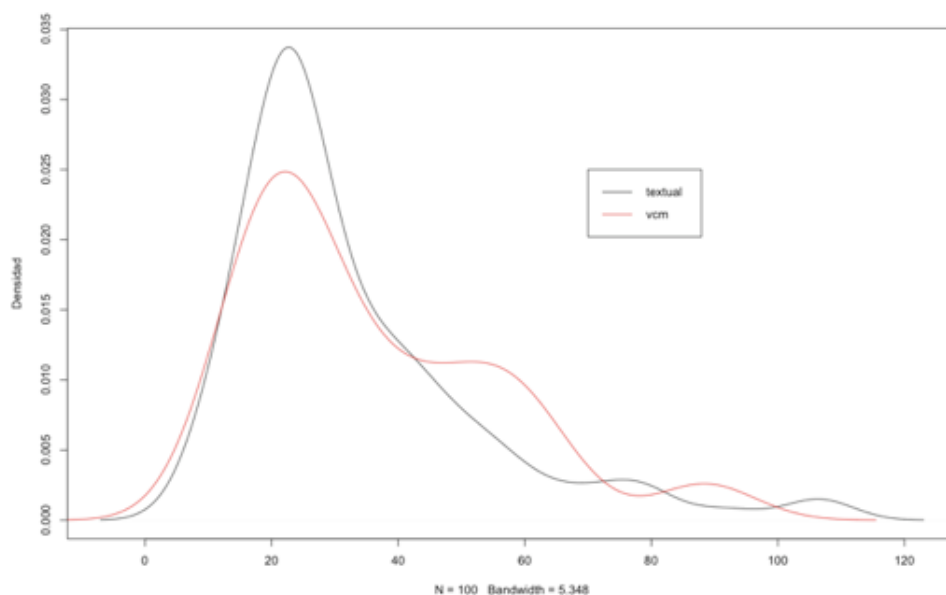
<i>Modalidad</i>	<i>N = 10 sujetos x N = 10 casos</i>	<i>Promedio</i>	<i>Mediana</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Desviación Estándar</i>
<i>Textual</i>	100	33.1	25.0	9.00	107.0	19.91
<i>VCM</i>	100	35.68	29.50	9.00	94.00	19.99

Como queda señalado, el promedio de tiempo de respuesta es menor para el lenguaje textual (33.1 s) que para el gráfico (35.68 s); la mediana es mayor para VCM (29.59 s) que para el escrito (25.00 s); el tiempo mínimo es de 9.0 s para las 2 interfaces y el máximo es mayor en el lenguaje textual (107.0 s) que en el gráfico (94.0 s); la desviación estándar para el textual es 19.91 mientras que para el gráfico 19.99.

Prevía aplicación del T-test pareado se comparó la diferencia de medianas y promedios de tiempo obtenidos para las modalidades textual y VCM evidenciándose una distribución asimétrica de los resultados (Figura 1).

Se decidió aplicar la prueba estadística no paramétrica de “Mann-Whitney” para datos pareados. Como queda señalado, el resultado de la prueba es $p\text{-valor} = 0.3067$, comprobándose que no existen diferencias estadísticamente significativas en las variables de tiempo empleado para responder tanto para lenguaje escrito como con el gráfico.

Figura 1 – Estimación de la densidad de probabilidad del tiempo de respuesta: Textual vs VCM (Anexo 4)



Para el análisis del error de respuesta se aplicó el test McNemar Chi-cuadrado, comprobándose que no existen diferencias estadísticamente significativas en las variables error de respuesta de las interfaces escritas comparada con las gráficas ($p\text{-valor} = 1.00$).

En lo referente a la variable Error de Respuesta los datos descriptivos obtenidos constan en la (Tabla 4).

Tabla 4 – Respuestas de las variable Error de Respuesta con el uso de las Interfaces Escritas y VCM

Modalidad	$N = 10$ sujetos $\times N = 10$ casos	Respuestas Correctas	Respuestas Incorrectas	Promedio	Desviación Estándar
Textual	100	82	18	0.82	0.38
VCM	100	83	17	0.83	0.37

Mediante las pruebas estadísticas de significación aplicadas en este estudio, los resultados de comparación de las variables de tiempo utilizado para responder y proporción de error de respuesta no demostraron diferencias estadísticamente significativas comparando las interfaces escrita versus gráfica como medios de acceso a datos clínicos ficticios relacionados con ACV expuestos a diez sujetos.

7. Discusión

La formulación y desarrollo del Proyecto presentaron un gran desafío por la alta dificultad en la integración ordenada y coherente de todo su contenido.

En un análisis posterior respecto a la potencia estadística del ensayo se utilizó un programa de cálculo para consideraciones estadísticas aplicado a estudios “crossover” (Schoenfeld, s.f.) para estimar el número aproximado de sujetos utilizando los siguientes parámetros: nivel de significancia (ajustado por lado) = 0,025, desviación estándar no definida = 1, desviación estándar de la diferencia = no definida; N sujetos = no definido, potencia = 0,8, diferencia de medias = no definida. El resultado obtenido fue que se requiere un $N = 18$ sujetos; con una probabilidad del 90 por ciento de que el estudio detecte una diferencia de error de respuesta y tiempo empleado para responder en un nivel de significancia de dos colas = 0,05 basado en el supuesto de que la desviación estándar de la variable de respuesta en un mismo sujeto es 1.

Este ensayo consideró un $N = 10$ sujetos por un $N = 10$ casos expresados tanto en modalidad textual y VCM. Para disminuir al máximo los factores de variabilidad de la muestra se procedió con especial cuidado sobre los criterios de selección del $N = 10$ sujetos, asegurando que tengan la misma formación universitaria y de postgrado en neuro-rehabilitación, trabajen en el mismo lugar, y atiendan los mismos pacientes en forma alternada. Se decidió incluir 10 evaluadores, kinesiólogos licenciados (5 hombres y 5 mujeres) que trabajan exclusivamente en el Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Centro de Rehabilitación de la Caja de Previsión de la Defensa Nacional y que atienden a los mismos pacientes hospitalizados; con aprobación del “Curso Básico de Paciente con Daño Neuromotor Concepto BOBATH, Sociedad Internacional de Neuro-Desarrollo”. Ninguno de los sujetos ha utilizado sistemas de registro clínico electrónico, el Centro de Rehabilitación no cuenta con Ficha Electrónica. Todos afirman tener conocimiento informático básico nivel usuario de procesador de texto.

Se asignó a los sujetos a cada grupo en forma aleatoria, se estandarizó la intervención de exposición de las dos interfaces a un mismo sujeto, la recopilación de resultados fue

programada en SurveyMonkey®, y el análisis se realizó utilizando el Programa para Estadística Computacional R versión R-3.4.1.

Considerando esto, se aplicó los mismos parámetros programa de cálculo para consideraciones estadísticas aplicado a estudios “crossover” (Schoenfeld, s.f.) para estimar la potencia estadística estimando un $N = 10$ individuos, el resultado obtenido es del 80 por ciento de probabilidad de que el estudio detectará una diferencia de error de respuesta y tiempo empleado para responder.

Dado este resultado se tomaron en cuenta las ventajas que ofrece el diseño aleatorio de ensayo cruzado tipo “crossover” para potenciar este ensayo: (1) precisa un bajo número de sujetos, menor variabilidad entre sujetos; (2) cada sujeto es su propio caso y control, menor variabilidad en un mismo sujeto; y (3) asignación aleatoria.

Por otro lado, se planteó la pregunta de ¿cómo medir la facilidad de uso? con un diseño centrado en la interacción con los sistemas informáticos. Para esto se tomaron las variables analizadas en varios estudios (Lamy, Venot, Bar-Hen, Ouvrard, & Duclos) (Hawley & et) (Law & et) (Staggers & Kobus) basadas en los conceptos establecidos por la ISO 9241: (1) efectividad, proporción de error, (2) eficiencia, tiempo de respuesta y satisfacción (ISO). Cabe destacar que ninguna de estas propuestas es comparable una con otra debido a que cada una considera el desarrollo de un prototipo de diseño gráfico totalmente diferente (Lamy, Venot, Bar-Hen, Ouvrard, & Duclos) (Hawley & et) (Law & et) (Staggers & Kobus).

Este estudio no consideró evaluar satisfacción usuaria por la subjetividad que representa ya que se encontraría influenciada por constructos psicológicos difíciles de medir.

Se decidió utilizar el lenguaje VCM debido a sus características de diseño para ayudar a los clínicos a leer textos médicos, guías clínicas, monografías. Este lenguaje gráfico utiliza iconos con la combinación de pictogramas, formas y colores, para representar conceptos médicos importantes, incluyendo enfermedades, síntomas, tratamientos y procedimientos de seguimiento. Si bien el lenguaje gráfico permite un impacto visual intuitivamente rápido, a diferencia del escrito carece de especificidad. Por ejemplo, no permite distinguir estructuras y

localizaciones anatómicas específicas, menos aún lado derecho o izquierdo. Por otra parte, si se debe destacar su utilidad basada en la sensibilidad para la identificación rápida de categorías generales de información: estados fisiológicos y patológicos, clasificación etiológica de patologías, antecedentes mórbidos y riesgo de enfermedad. Es por esto que Lamy y colaboradores también han estudiado y propuesto la utilización interactiva icónica para acceso rápido a vínculos que desplieguen ventanas en interfaz textual.

Sumado a las limitaciones propias de la interfaz gráfica en el manejo de información médica, los casos clínicos expresados en lenguaje gráfico debieron ser configurados en forma manual, ya que a pesar de contar con el permiso de los Autores de VCM/Mister no se tuvo acceso a las herramientas que provee el programa computacional para configuración. Se tuvo especial cuidado en la consistencia de idéntico contenido de información por caso expresado en las dos interfaces.

Analizando los resultados obtenidos en este estudio se concluye que no fue posible evidenciar diferencias significativas de medida de error de respuesta y tiempo empleado para responder frente expuestos de 10 casos clínicos expresados en lenguaje gráfico comparados con el idéntico contenido en lenguaje textual expuestos a 10 sujetos. Por tanto, la hipótesis propuesta de menor proporción de error y tiempo de respuesta utilizando el lenguaje gráfico VCM no se sustenta en este contexto.

Sin embargo, cabe destacar que este ensayo no consideró un período de adaptación al uso del lenguaje VCM, en este sentido estudios neurofisiológicos experimentales sobre plasticidad cerebral en relación al proceso de aprendizaje indican que adquirir nuevas habilidades podría tardar varias semanas debido a que requiere de una fase de automatización relacionada con mayor velocidad de desempeño de la actividad adquirido a través de la práctica constante (Sagi, Hofstetter, & et) (Dayan & Cohen) (Doyon & Benali), así el entrenamiento de lectura en la pantalla podría mejorar significativamente el desempeño utilizando representaciones gráficas (Sharafi & et) (Dyson & Haselgrove) (Rayner & Reichle). Estudios futuros podrían enfocarse en el análisis comparativo de las variables de error de respuesta y tiempo empleado



para responder en el uso del lenguaje gráfico versus el textual considerando un período de práctica.

Anexo 1

Visualización de Conceptos en Medicina (VCM) [Color, pictograma y forma modificadores para léxico lenguaje VCM (versión 2.0.8)] (Cuenta con autorización de los Autores)

Iconos para características de pacientes y desórdenes simples (Lamy J. B.)

El objetivo es presentar la forma en la cual los íconos son construidos en VCM. VCM puede representar varios tipos de conceptos; cada tipo es identificado por un color:

- El estado presente del paciente es representado en **rojo** incluyendo:
 - trastornos y síntomas
 - estados fisiológicos (embarazo, lactancia) y características de los pacientes (edad, género, estilos de vida, ...)
- riesgos de futuros desórdenes o síntomas en **naranja**
- historia pasada en **café**
- tratamiento en **verde**

- procedimientos en azul



Cada concepto médico es representado por un ícono que es construido por combinación de colores, formas geométricas y pictogramas. Sin embargo, VCM no puede representar conceptos muy específicos y concretos. Conceptos extremadamente específicos son representados por íconos más generales que no los incluyen, por ejemplo:



- Condiciones de vivienda



- Actividad



- Entorno familiar

Estados Fisiológicos y características de los pacientes

El color rojo es usado para representar el estado actual del paciente. Las características no-patológicas como edad, género, estilos de vida son representados con un círculo rojo, y la característica está indicada por un pictograma blanco dentro del círculo. Para la edad, VCM distingue clases de edad:

- Niño



- Adulto



- Adulto mayor

Trastornos simples y síntomas

Los trastornos y síntomas actuales son representados por un cuadrado **rojo**. VCM no distingue entre trastorno y síntomas, y muchos desórdenes están representados por sus síntomas principales. La localización anatómico-funcional de los trastornos o los síntomas están representados por un pictograma blanco dentro del cuadrado, por ejemplo:



- Trastorno del Sistema Nervioso Central



- Trastorno del Lenguaje



- Condiciones de Vivienda Deficientes

Iconos para trastornos complejos (Lamy J. B.)

Para representar trastorno (o síntomas) con más detalle, VCM distingue dos tipos de desórdenes: desórdenes genéricos que pueden ser encontrados en varios sitios, y desórdenes específicos circunscritos a un sitio determinado.

- Trastornos que pueden ser encontrados en varias localizaciones

Algunos trastornos pueden involucrar varias localizaciones anatómico-funcionales, o aún todo el cuerpo. Por ejemplo, enfermedades infecciosas (incluyen infección pulmonar, infección urinaria), procesos tumorales y cáncer (cáncer pulmonar, cáncer intestinal), hemorragias (hemorragia cerebral, hemorragia digestiva, hemorragia no específica), insuficiencias (cardíaca, renal, hepática), y otras.

Para representar estas alteraciones, la forma del cuadrado rojo es enriquecida por una forma modificadora que da detalles adicionales acerca del trastorno. Estas formas modificadoras pueden ser combinadas con el pictograma para localización anatómico-funcional, por ejemplo:



Ejemplos



Regiones Anatómicas



- Cabeza

- Miembro superior



- Miembro inferior

Iconos para antecedentes e historia de riesgos y efectos adversos (Lamy J. B.)

Antecedentes y trastornos pasados son representados exactamente como trastornos actuales, pero en café, por ejemplo:



- Antecedente cardiopatía



- Antecedente tabaquismo

Riesgos y efectos adversos

Los riesgos de desórdenes o síntomas son representados exactamente como trastornos o síntomas actuales, pero en naranja, por ejemplo:



- Riesgo de vértigo



- Riesgo de cefalea

Iconos para tratamientos y medicamentos (Lamy J. B.)

En VCM, los medicamentos están representados por los íconos de los trastornos que tratan, con una cruz verde adicional como exponente ubicado arriba a la derecha, por ejemplo:



- Analgésicos



- Dieta



- Actividad Física

Iconos para exámenes de laboratorio y de seguimiento (Lamy J. B.)

VCM representa los exámenes de laboratorio y seguimiento con el ícono de riesgo que es controlado, con un pequeño pictograma azul ubicado arriba a la derecha indicando el tipo de examen de laboratorio o seguimiento (clínico, funcional, biológico o imagen), por ejemplo:

- 
- Exámenes, seguimiento, incluyendo diagnóstico
 - Examen clínico
 - Examen funcional

Vocabulario adicional (Lamy J. B.)

En VCM, los vasos sanguíneos son representados esquemáticamente por dos líneas horizontales. Los trastornos del sistema circulatorio se representan en un cuadrado rojo con dos líneas en el lado derecho, simbolizando los vasos sanguíneos que irrigan el órgano:



- Trastorno Sistema Circulatorio



- Patología Vascular Encefálica

El sistema nervioso central, las funciones cerebrales, psicología y comportamiento:



- Funciones Sensitivas



- Funciones Motoras



- Funciones Cerebrales



- Trastorno del lenguaje



- Función de lenguaje y comunicación

Iconos para profesionales de salud y documentos médicos (Lamy J. B.)

Los profesionales de salud se representan con un pequeño pictograma parecido a una cabeza ubicada arriba al lado derecho, a la que se agrega el ícono de la especialidad del profesional, por ejemplo:



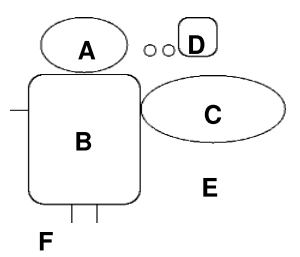
- Médico



- Kinesiólogo

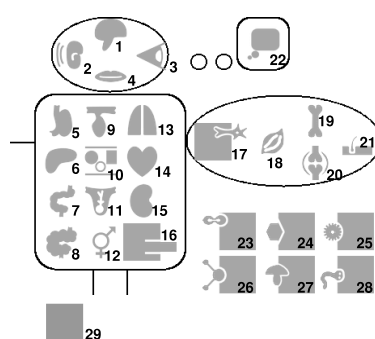
“Mister VCM” (Lamy J. B.)

“Mister VCM” agrupa y organiza un set de íconos VCM, de acuerdo a criterios anatómicos y etiológicos. “Mister VCM” es un esquema anatómico-funcional dividido en: cabeza; pensamientos y esfera cognitiva; tronco; brazo (que representa todos los miembros) y una parte exterior al cuerpo, destinado a etiologías (debido a que a menudo involucran agentes exteriores, como las bacterias). Un lugar en el esquema está asociado a cada pictograma anatómico-funcional, como sigue:



A: head
B: trunk
C: arm
D: mental functioning
E: etiology
F: age and life habits

I)



1: SNC
2: ear, audition
3: eye, vision
4: mouth, teeth
5: stomach
6: liver
7: small intestine
8: large intestine
9: endocrine system and metabolism
10: blood
11: pregnancy
12: sexual organs
13: respiratory system
14: heart
15: kidney, urinary system
16: circulatory system
17: peripheral nervous system
18: muscle system
19: bones
20: joints
21: conjunctive and cutaneous tissues
22: psychiatry, behaviour
23: tumorous process
24: viral infection
25: bacterial infection
26: allergy, hypersensitivity
27: fungal infection
28: parasitic infection
29: age and life habits

II)

Varias áreas (I), lugares anatómicos-funcionales, localizaciones y etiologías (II) en "Mister VCM". (Lamy, Venot, Bar-Hen, Ouvrard, & Duclos)

Anexo 2

Caso 1

Paciente adulto, género masculino.

(ICD I61.9) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Hemorrágico

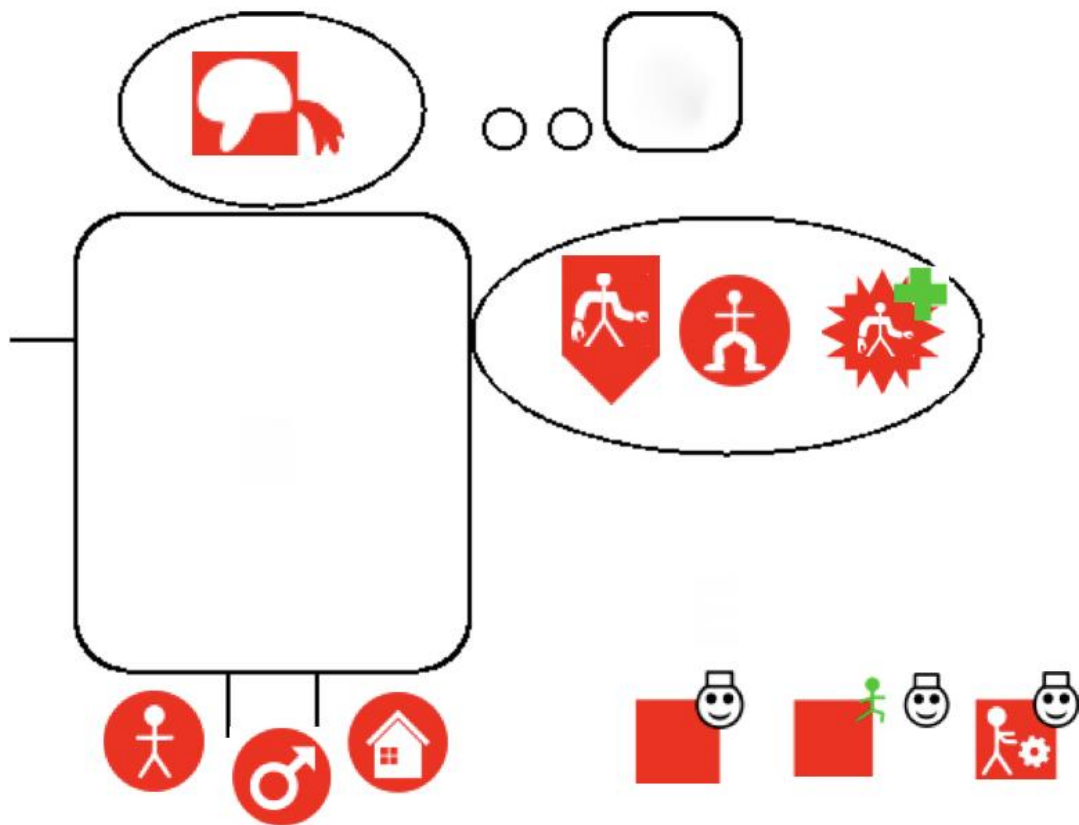
(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior disminuida e inferior normal

(CIF b280) Dolor en extremidad superior en tratamiento

(CIF d4600) Condiciones de vivienda permiten desplazamiento

CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Médico, Kinesiólogo, Terapeuta Ocupacional

¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta deficiencia en las funciones músculo esqueléticas? SI



Caso 2

Paciente adulto mayor, género femenino

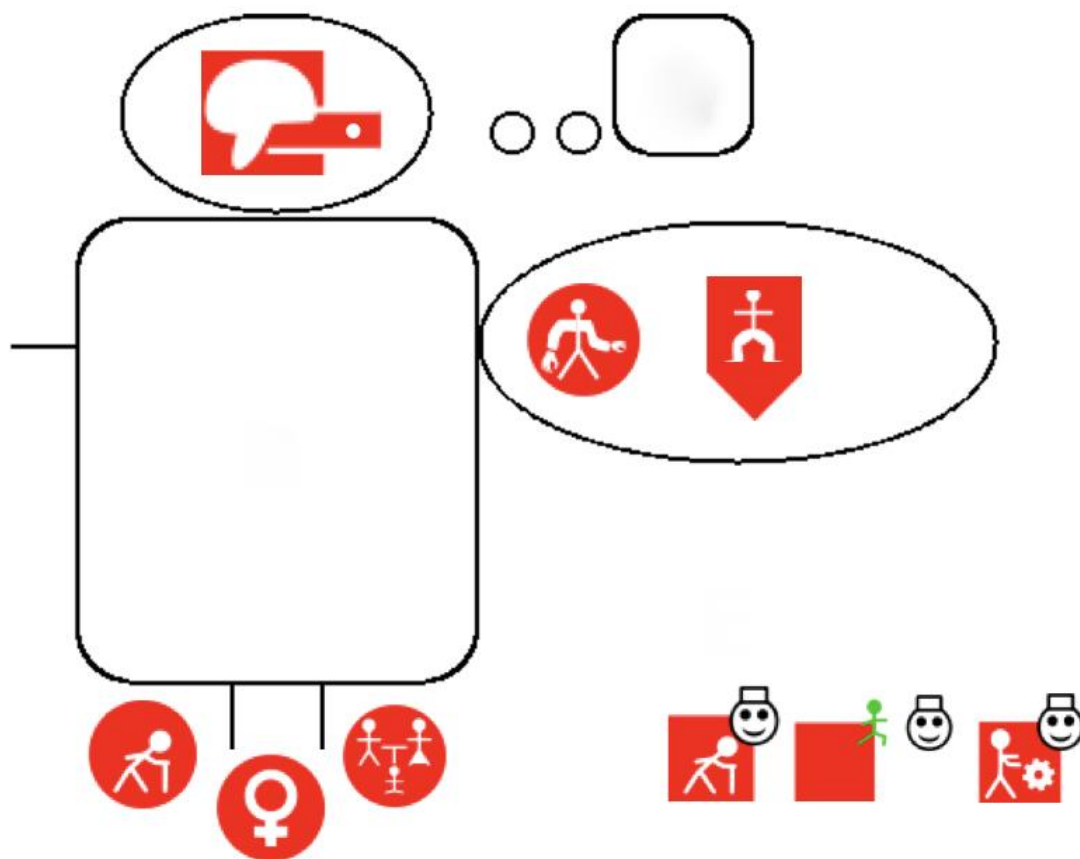
(ICD I63.9) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Isquémico

(CIF b7301) Fuerza muscular extremidad superior normal e inferior disminuida

(CIF e310) Familia inmediata facilita el apoyo

(CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Geriatra, Kinesiólogo, Terapeuta Ocupacional

¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta restricciones de participación en el ambiente/entorno? NO



Caso 3

Paciente adulto, género masculino.

(ICD I64) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Hemorrágico

(CIF b110 conciencia / b114 orientación) Funciones cognitivas normales

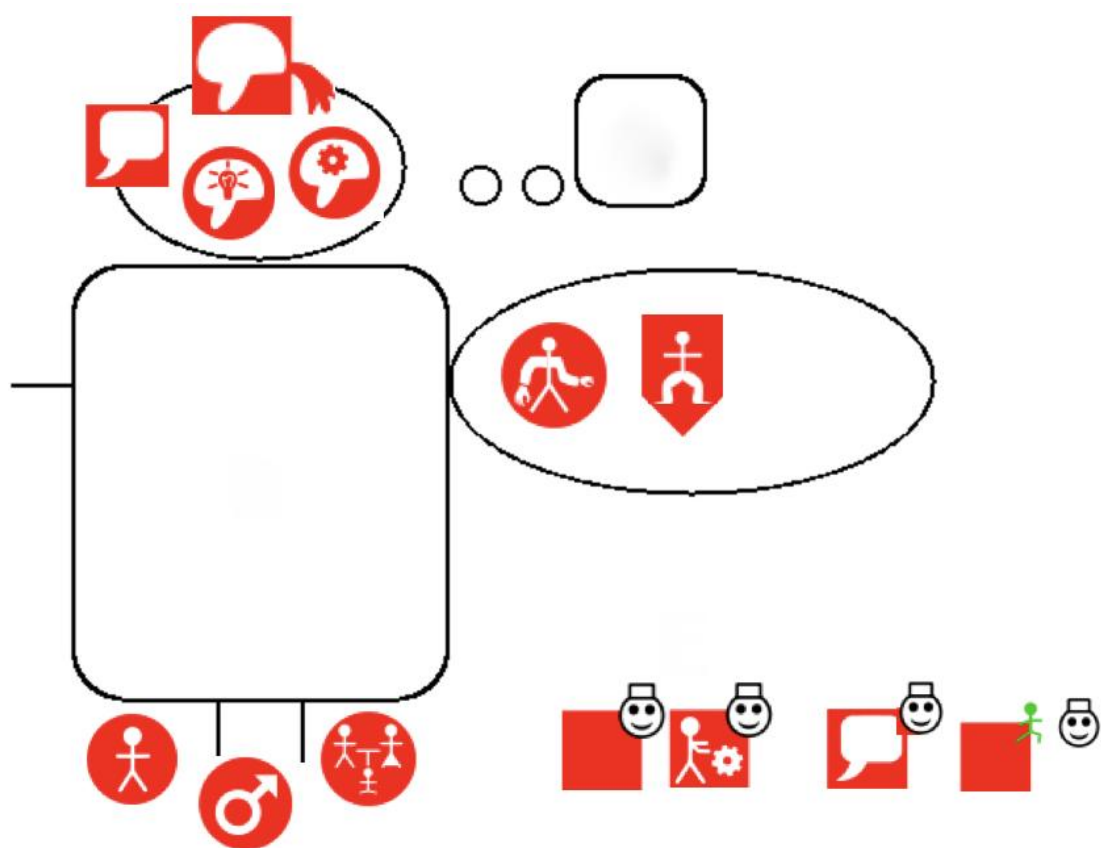
(CIF b167) Función de lenguaje alterado

(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior normal; inferior disminuida

(CIF e310) Familia inmediata facilita el apoyo

(CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Médico, Terapeuta Ocupacional, Fonoaudiólogo, Kinesiólogo

¿Con los datos expuestos podría deducir que una de las funciones corporales presenta deficiencia? SI



Caso 4

Paciente adulto, género masculino

(ICD I64) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico no especificado

(CIF b110 conciencia / CIF b114 orientación / CIF b167 lenguaje) Funciones cognitivas normales

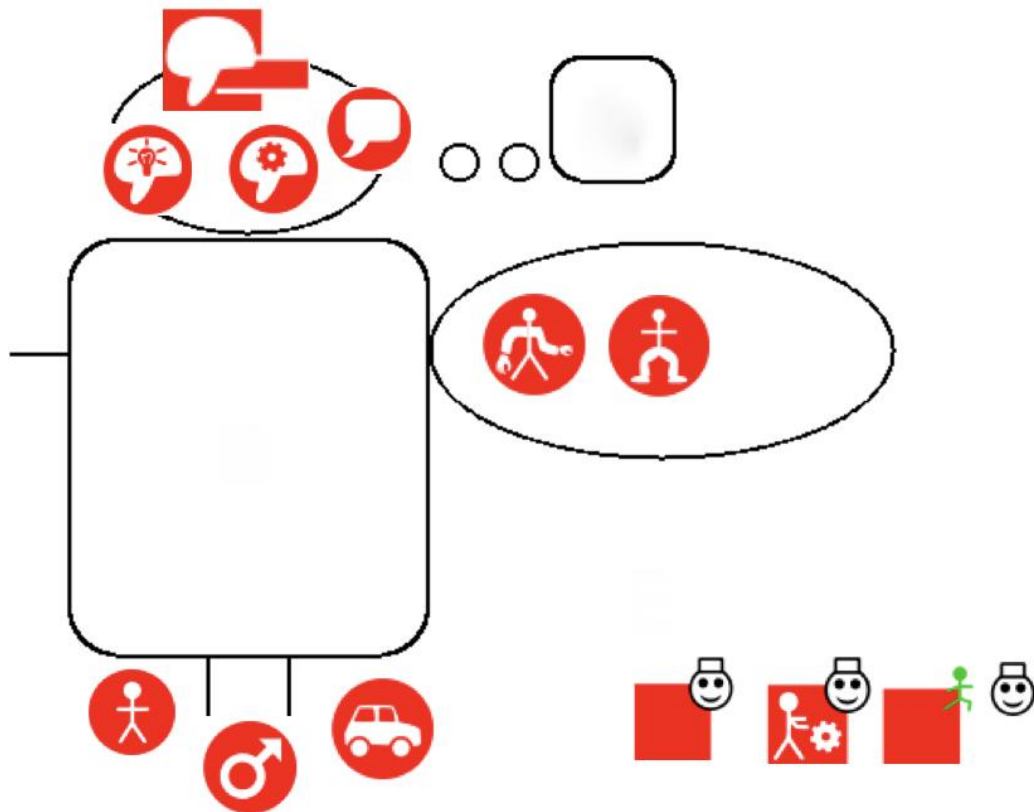
(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior e inferior normales

(CIF e5400) Condiciones de uso de transporte facilitan traslado

(CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Médico, Terapeuta Ocupacional, Kinesiólogo

¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta limitación en actividad y participación?

NO



Caso 5

Paciente adulto, género masculino.

(ICD I64) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Hemorrágico

(CIF b110 conciencia / b114 orientación) Funciones cognitivas normales

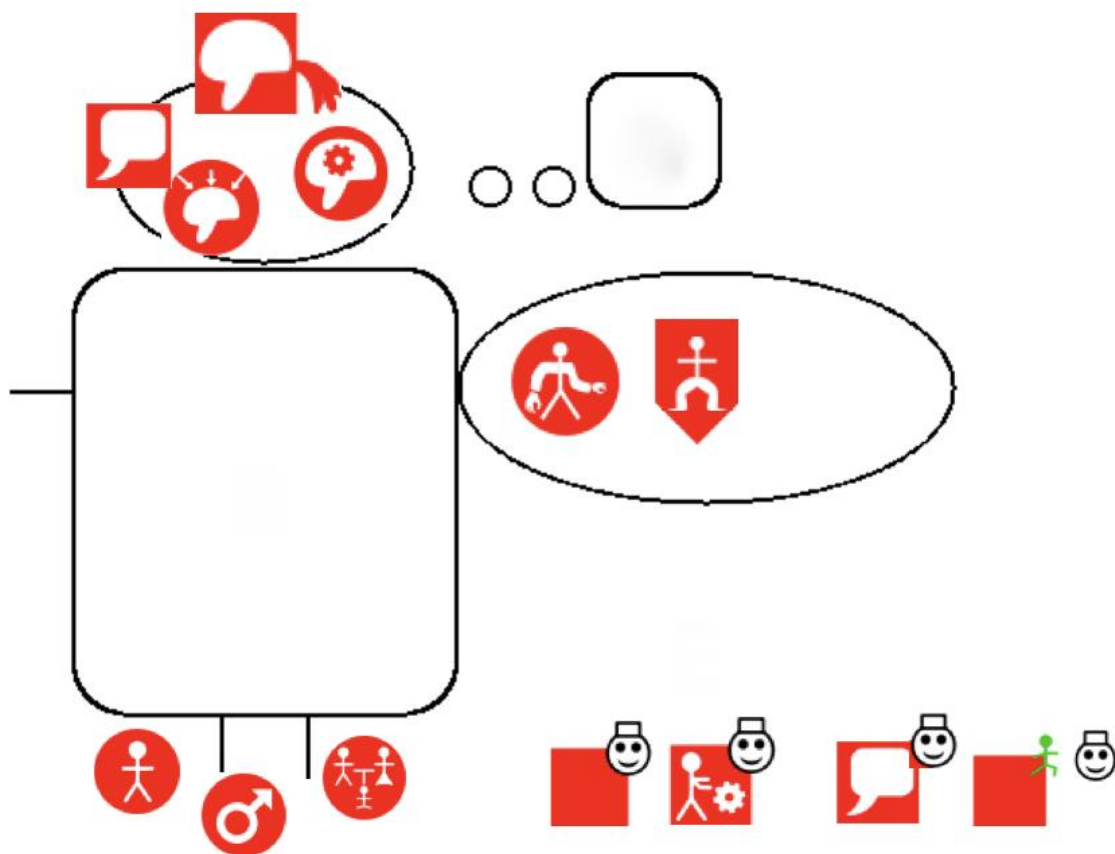
(CIF b167) Función de lenguaje alterado

(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior normal; inferior disminuida

(CIF e310) Familia inmediata facilita el apoyo

(CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Médico, Terapeuta Ocupacional, Fonoaudiólogo, Kinesiólogo

¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta restricción en participación? NO



Caso 6

Paciente adulto, género femenino.

(ICD I63.9) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Isquémico

(CIF b110 conciencia / b114 orientación) Alteración de función cognitiva

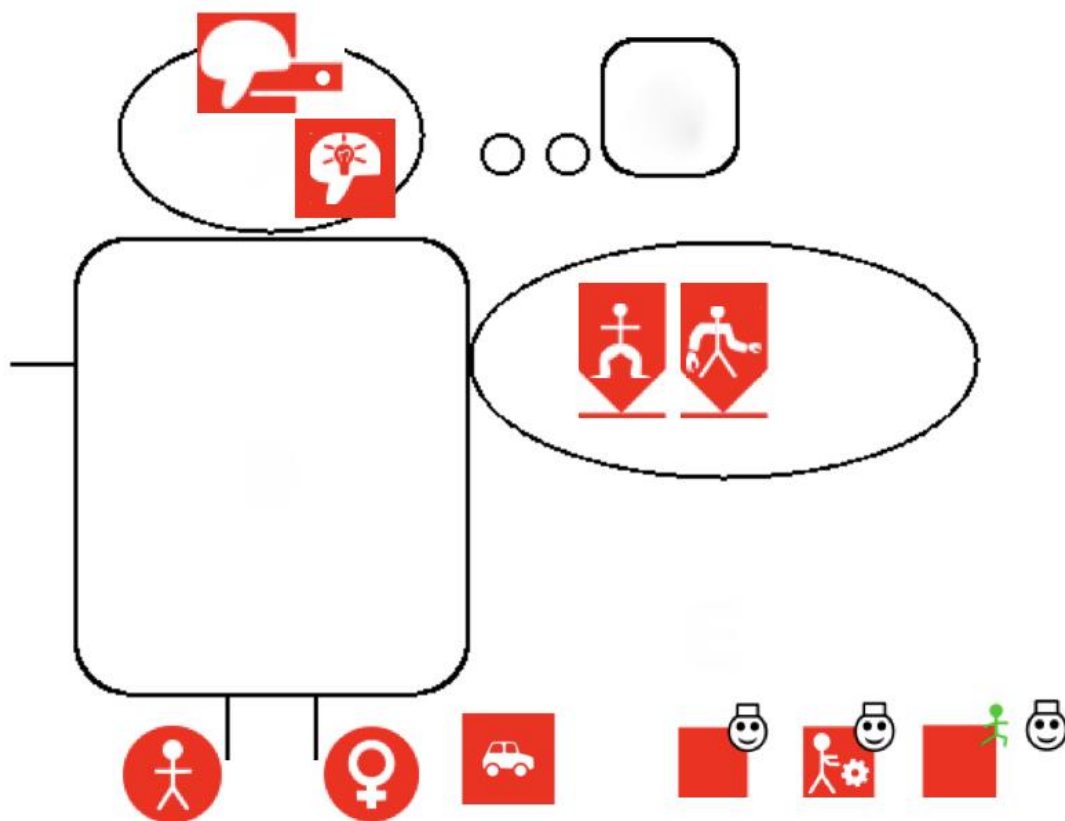
(CIF b7301) Ausencia de fuerza muscular de extremidad superior e inferior

(CIF e5400) Servicio de transporte dificulta traslado

(CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Médico, Terapeuta Ocupacional,
Kinesiólogo

¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta deficiencias en funciones corporales?

SI



Caso 7

Paciente adulto mayor, género masculino.

(ICD I63.9) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Hemorrágico

(CIF b110 conciencia / b114 orientación / CIF b167 lenguaje) Alteración de funciones cognitivas y lenguaje

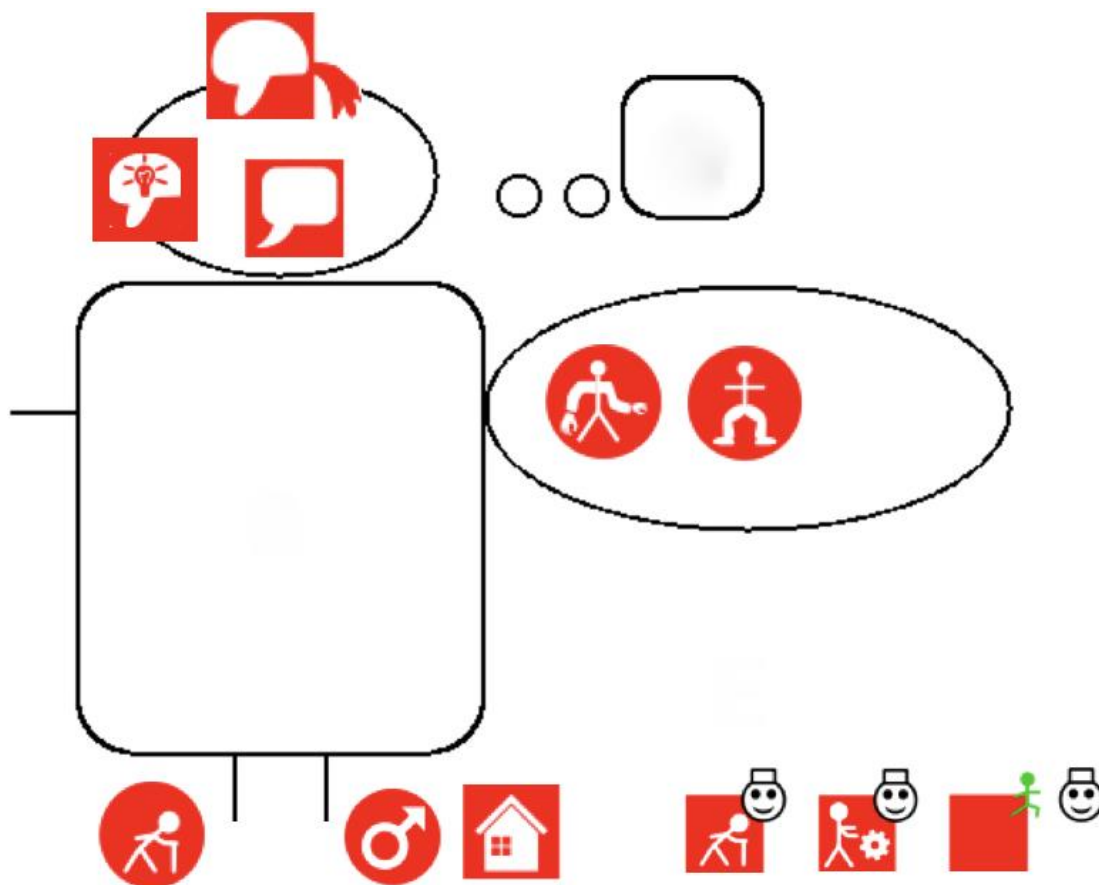
(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior e inferior normales

(CIF d460) Condiciones de vivienda dificultan desplazamiento

(CIF e355) Profesionales facilitadores Geriatra, Terapeuta Ocupacional, Fonoaudiólogo, Kinesiólogo

¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta restricciones en el ambiente/entorno?

SI



Caso 8

Paciente adulto mayor, género femenino.

(ICD I63.9) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Isquémico

(CIF b110 conciencia / CIF b114 orientación / CIF b167 lenguaje) Alteración de funciones cognitivas

(CIF b280) Dolor extremidad superior en tratamiento

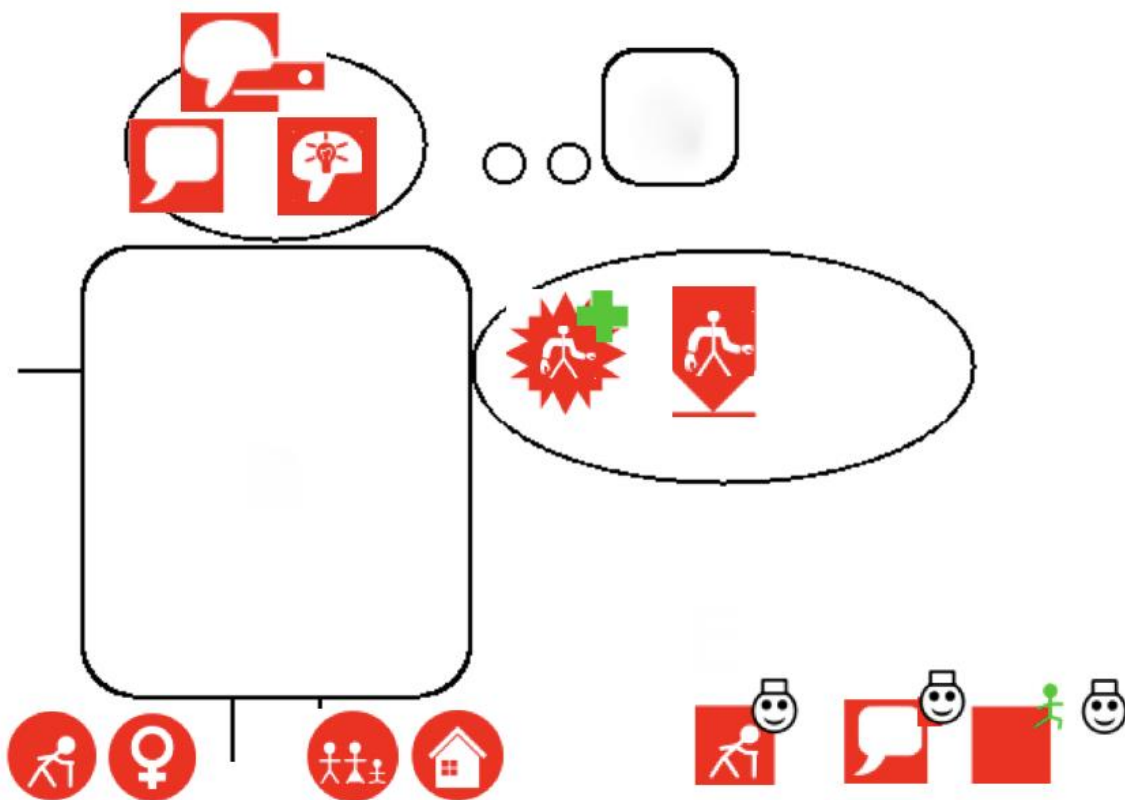
(CIF b7301) Ausencia de fuerza muscular en extremidad superior

(CIF d4600) Condiciones de vivienda facilitan desplazamientos

(CIF e325) Relaciones sociales facilitan el apoyo

(CIF e355) Profesionales facilitadores Geriatra, Fonoaudiólogo, Kinesiólogo

¿Con los datos expuestos podría deducir que las funciones corporales relacionadas con el movimiento están indemnes? NO



Caso 9

Paciente adulto, género femenino.

(ICD I63.9) (CIF s110) Accidente Vascular Encefálico Isquémico

(CIF b110 conciencia / CIF b114 orientación / CIF b167 lenguaje) Funciones cognitivas y lenguaje normales

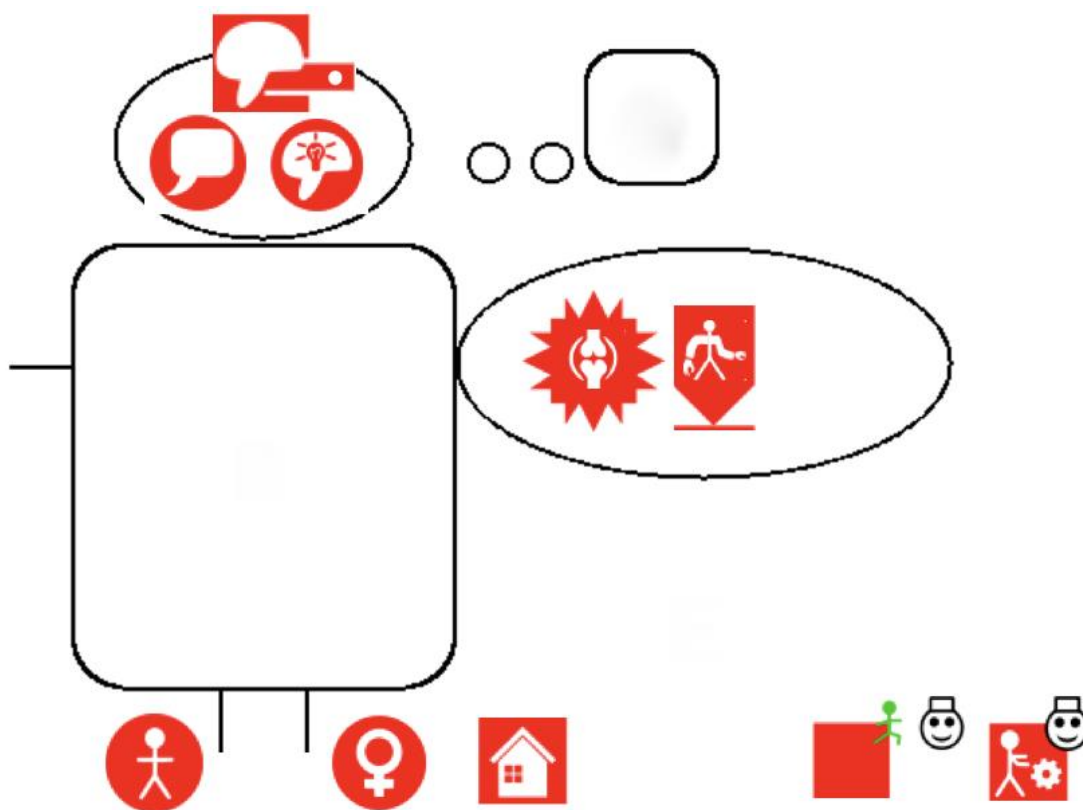
(CIF b280) Dolor en articulaciones no especificadas

(CIF b7301) Ausencia de fuerza muscular de extremidad superior

(CIF d460) Condiciones de vivienda dificultan el desplazamiento

(CIF e355) Profesionales facilitadores Kinesiólogo, Terapeuta Ocupacional

¿Con los datos expuestos podría deducir que los componentes de actividad y participación presentan restricciones? SI



Caso 10

Paciente adulto, género femenino

(ICD I64) (CIF s110) Acci Accidente Vascular Encefálico no especificado

(CIF b110 conciencia / CIF b114 orientación / CIF b167 lenguaje) Funciones cognitivas normales

(CIF b28019) Dolor en músculos no especificados

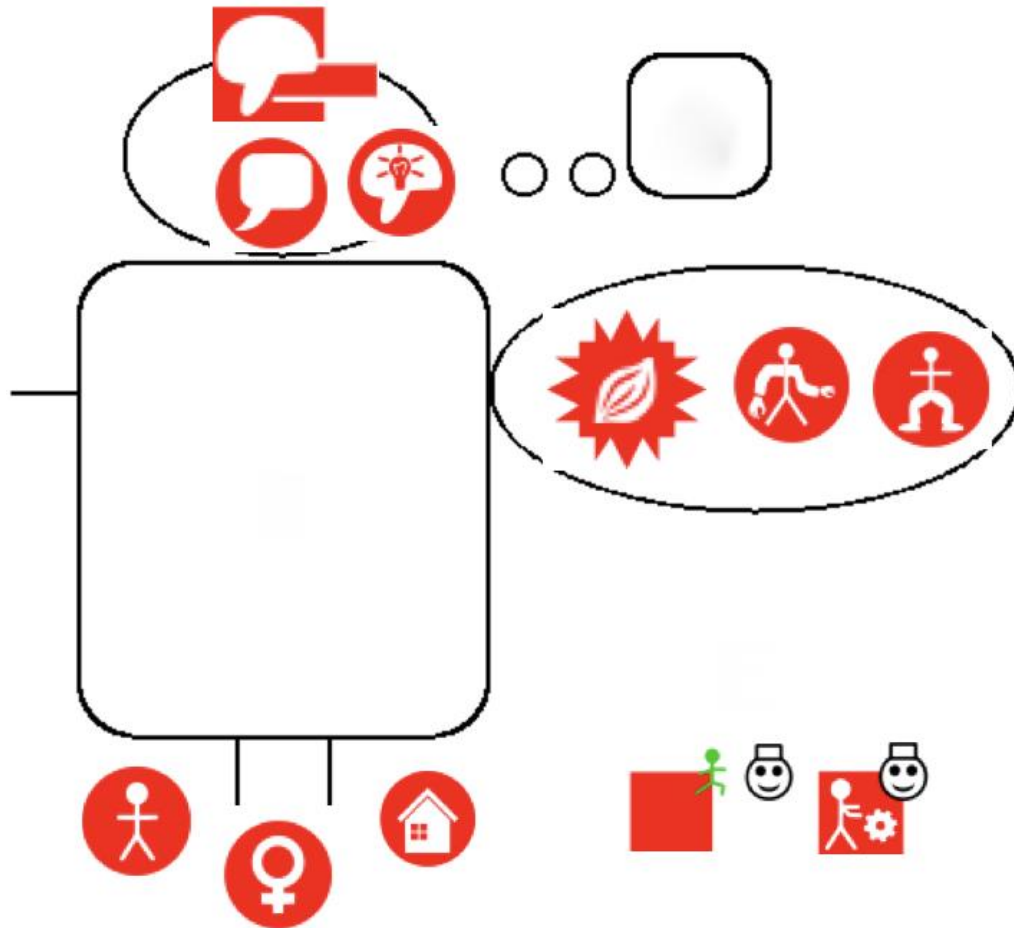
(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior e inferior normales

(CIF d460) Condiciones de vivienda facilitan el desplazamiento

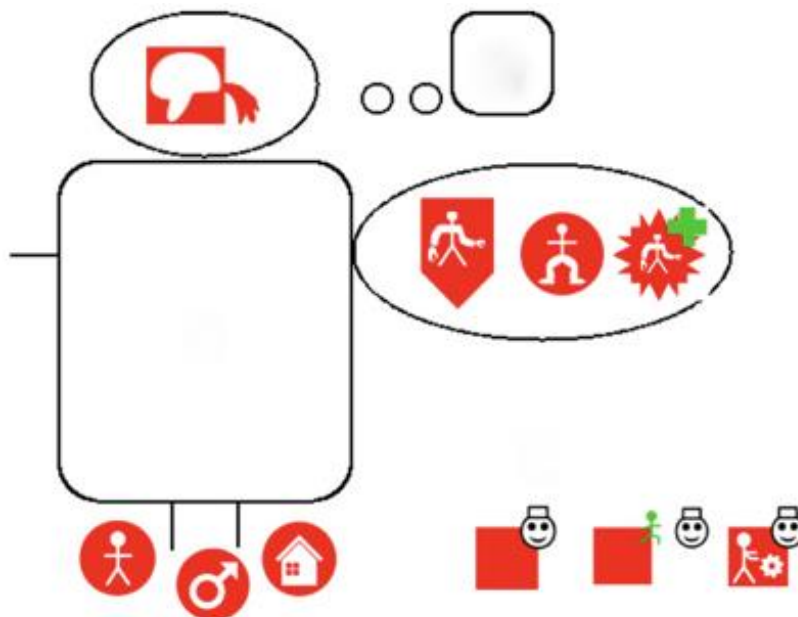
(CIF e355) Profesionales facilitadores Kinesiólogo, Terapeuta Ocupacional

¿Con los datos expuestos podría deducir que todas las funciones están indemnes?

NO



Anexo 3



1. ¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta deficiencia en las funciones músculo esqueléticas del movimiento?

☒ SI

☐ NO

Listo

Desarrollado por
 SurveyMonkey®
Ve lo fácil que es [crear una encuesta](#).

Paciente adulto, género masculino.

(ICD I61.9) (CIF s110) Accidente Cerebrovascular hemorrágico

(CIF b7301) Fuerza muscular de extremidad superior disminuida e inferior normal

(CIF b280) Dolor en extremidad superior en tratamiento

(CIF d4600) Condiciones de vivienda permiten desplazamiento

CIF e355) Profesionales de la salud facilitadores Médico, Kinesiólogo, Terapeuta Ocupacional

Aceptar

1. ¿Con los datos expuestos podría deducir que presenta deficiencia en las funciones músculo esqueléticas?

☐ NO

☒ SI

LISTO

Desarrollado por
 SurveyMonkey
Ve lo fácil que es [crear una encuesta](#).

Anexo 4

Variables consideradas en este estudio

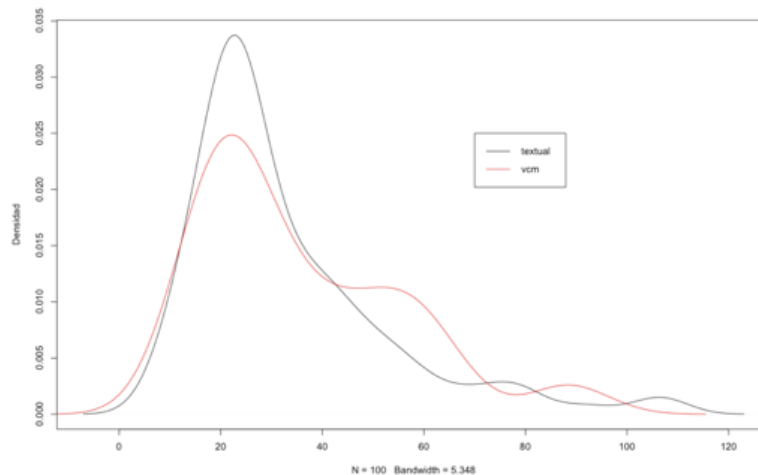
<i>Conceptualización</i>	<i>Escala de medición</i>	<i>Escala/Código</i>
<i>Exposición</i>		
<i>Intervención</i>	dicotómica	Gráfico=0 Textual=1
<i>Respuesta</i>		
<i>Tiempo de respuesta</i>	Continua	segundos
<i>Error respuesta</i>	Dicotómica	Correcta=1 Errada=0

Distribución de la muestra individuos

<i>Sujetos (N = 10)</i>	<i>Promedio</i>	<i>Mediana</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
<i>Edad (años)</i>	37.1	33.5	26	59
<i>Experiencia (años)</i>	12.2	8.00	3.00	34.00

Resultados

Estimación de la densidad de probabilidad del tiempo de respuesta: Textual versus VCM, distribución asimétrica:



Resultados de la variable Tiempo de Respuesta con el uso de las Interfaces escritas versus VCM, aplicación de prueba estadística no paramétrica de “Mann-Whitney” (p-valor = 0.3067)

Modalidad	N = 10 x Casos = 10	Promedio	Mediana	Min	Max	Desviación Estándar
Textual	100	33.1	25.0	9.00	107.0	19.91
VCM	100	35.68	29.50	9.00	94.00	19.99

Respuestas de las variable Error de Respuesta con el uso de las Interfaces Escritas versus VCM, aplicación de test McNemar Chi-cuadrado (p-valor = 1.00)

<i>Modalidad</i>	<i>N = 10 x Casos = 10</i>	<i>Respuestas Correctas</i>	<i>Respuestas Incorrectas</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>
<i>Textual</i>	100	82	18	0.82	0.38
<i>VCM</i>	100	83	17	0.83	0.37

Referencias

- Apple. (n.d.). Retrieved from Human Interface Guidelines:
<https://developer.apple.com/design/>
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. (2009). Determining What Individual SUS Scores Mean: Adding an Adjective Rating Scale. *Journal of Usability Studies*, 4, 114.
- Brooke, J. (2013). SUS: A Retrospective. *Journal of Usability Studies*, 8, 29.
- Carlson, T., Hogendoorn, H., & Verstraten, F. (2006). The speed of visual attention: What time is it? *Journal of Vision*, 6, 1406-1411.
- Carroll, J., & Mazur, S. (1986). Lisa learning. (19), 35-49.
- Chute, C. (1994). Medical data and knowledge management by integrated medical workstations: summary and recommendations. *International Journal of Bio-Medical Computing*, 34(1-4).
- Cook, D., Farley, J., & Tapscott, S. (2001). A basis for a visual language for describing, archiving and analyzing functional models of complex biological systems. *Genome Biology*, 1-10.
- Dayan, E., & Cohen, L. (2011). Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron*, 72(3), 443-454.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. D., & Beale, R. (2004). Human-Computer Interaction. 3(January), 834.
- D'Ydewalle, G., Leemans, J., & Van Rensbergen, J. (2007). Graphical versus character-based word processors: an analysis of user performance. *Behaviour & Information Technology*, 14(4), 208-214.
- Doyon, J., & Benali, H. (2005). Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 161-167.
- Dyson, M., & Haselgrove, M. (2001). The influence of reading speed and line length on the effectiveness of reading from screen. *International Journal of Human-Computer Studies*, 54(4), 585-612.
- Engelen, L. (2010). Integrating textual and graphical modelling languages. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science*, 253(7), 105-120.

- Geyh, S., Cieza, A., & et, a. (2004). ICF Core Sets for Stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 36(SUPPL. 44), 135-141.
- Griffon, N. (2014). Evaluating alignment quality between iconic language and reference terminologies using similarity metrics. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14, 17.
- Grill-Spector, K., & Malach, R. (2004). THE HUMAN VISUAL CORTEX. *Annual Review of Neuroscience*, 27(1), 649-677.
- Hawley, S., & et, a. (2008). The impact of the format of graphical presentation on health-related knowledge and treatment choices. *Patient Education and Counseling*, 73(3), 448-455.
- Hornbæk, K. (2006). Current practice in measuring usability Challenges to usability studies and research. *Int J Human Computer Studies*, 64, 79-102.
- Interface, G. (2007). Graphical User Interface. *Interface*, 1-40.
- Iordatii, M., & et, a. (2013). Designing concept maps for a precise and objective description of pharmaceutical innovations. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 13, 10.
- ISO. (n.d.). *ISO 9241-11:1998*. Retrieved from ISO 9241-11:1998:
<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en>
- Jackson, M., & McClelland, L. (1979). Processing determinants of reading speed. *Journal of experimental psychology*, 108(2), 151-182.
- Jarvenpaa, S. (1989). The effect of task demands and graphical format on information processing strategies. *Management Science*, 35(3), 285-303.
- Kho, A., & al, e. (2011). Electronic medical records for genetic research: results of the eMERGE consortium. *Science translational medicine*, 3, 79.
- Lamy, J. B. (n.d.). *Icons for patient characteristics and simple disorders*. Retrieved from <http://vcm.univ-paris13.fr/content/lesson-1-icons-patient-characteristics-and-simple-disorders>
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon1_en.html
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon2_en.html

- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from [ttp://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon4_en.html](http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon4_en.html)
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon5_en.html
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from [ttp://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon6_en.html](http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon6_en.html)
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon7_en.html
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from [ttp://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon8_en.html](http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon8_en.html)
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/lecon3_en.html
- Lamy, J. B. (n.d.). *LIM&BIO*. Retrieved from http://vcm.smbh.univ-paris13.fr/training_software/dico_lexique...
- Lamy, J. B., Soualmia, L. F., Kerdelhué, G., Venot, A., & Duclos, C. (2013). Validating the semantics of a medical iconic language using ontological reasoning. *Journal of Biomedical Informatics*, 46, 56.
- Lamy, J.-B. (2008). An iconic language for the graphical representation of medical concepts. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 8, 16.
- Lamy, J.-B., & Tsopra, R. (2013). A semi automatic semantic method for mapping SNOMED CT concepts to VCM Icons. *Stud Health Technol Inform*, 192, 42.
- Lamy, J.-B., Venot, A., Bar-Hen, A., Ouvrard, P., & Duclos, C. (2008). Design of a graphical and interactive interface for facilitating access to drug contraindications, cautions for use, interactions and adverse effects. *BMC medical informatics and decision making*, 8, 21.
- Law, A., & et, a. (2005). A comparison of graphical and textual presentations of time series data to support medical decision making in the neonatal intensive care unit. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 19(3), 183-194.

- Mahajan, R., & Shneiderman, B. (1997). Visual and textual consistency checking tools for graphical user interfaces. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 23(11), 722-735.
- Michalski, R., Grobelny, J., & W, K. (2006). The effects of graphical interface design characteristics on human-computer interaction task efficiency. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36, 959-977.
- Michard, A. (2007). Graphical presentation of boolean expressions in a database query language: design notes and an ergonomic evaluation. *Behaviour & Information Technology*, 1(3), 279-288.
- Michel, C., Seeck, M., & Murray, M. (2004). The speed of visual cognition. *Supplements to Clinical neurophysiology*, 57, 617-672.
- Microsoft. (n.d.). Retrieved from Research: <https://www.microsoft.com/en-us/research/group/human-computer-interaction/#>
- NCBI. (n.d.). *US National Library of Medicine*. Retrieved from PubMed: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- Nicholas, D., & Clark, D. (2012). 'Reading' in the digital environment. *Learned Publishing*, 25(2), 93-98.
- Paanalahti, M., & et, a. (2014). Validation of the Comprehensive ICF Core Set for stroke by exploring the patient's perspective on functioning in everyday life: a qualitative study. *International Journal of Rehabilitation Research*, 37(4), 302-310.
- Patel, V., & Kushniruk, A. (1998). Proceedings / AMIA Annual Symposium. 29-37.
- Preiss, B., Echavé, V., Preiss, S., & Kaltenbach, M. (1994). UVAL-MED a Universal Visual Associative Language for Medicine. *AMIA* (pp. 262-266). Canada: AMIA.
- PubMed. (n.d.). Retrieved from MeSH: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>
- Rayner, K., & Reichle, E. (2010). Models of the reading process. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(6), 787-799.
- Reichle, E. (2012). Serial-attention models of reading. In *The Oxford Handbook of Eye Movements*.
- Sagi, Y., Hofstetter, S., & et, a. (2012). Learning in the Fast Lane: New Insights into Neuroplasticity. *Neuron*, 73(6), 1195-1203.

- Salter, K., & et, a. (2013). *Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation*. Retrieved from Outcome Measures in Stroke Rehabilitation: <http://www.ebrsr.com/>
- Schoenfeld, D. (n.d.). *Statistical considerations for a cross-over study where the outcome is a measurement*. Retrieved from http://hedwig.mgh.harvard.edu/sample_size/js/js_crossover_quant.html
- Sharafi, Z., & et, a. (2013). *An empirical study on the efficiency of graphical vs. textual representations in requirements comprehension*. IEEE International Conference on Program Comprehension.
- Shaywitz, S., & Shaywitz, B. (2008). Paying attention to reading: The neurobiology of reading and dyslexia. *Development and Psychopathology*, 20(4), 1329-1349.
- Silow, C., Edwards, S., Jennifer, N., & Rodin, D. (2012). Using electronic health records to improve quality and efficiency: the experiences of leading hospitals. *Issue brief (Commonwealth Fund)*, 17, 1.
- Simon Christian, H. S.-Z.-C., Favre, M., Venot, A., Duclos, C., & Lamy, J.-B. (2014). Using an Iconic Language to Improve Access to Electronic Medical Records in General Medicine. *Studies in health technology and informatics*, 205, 333-337.
- Solís, C., A, M., & R, R. (2008). Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF): Revisión de sus aplicaciones en la rehabilitación. *Plasticidad y Restauracion Neurologica*, 25-31.
- Staggers, N., & Kobus, D. (2000). Comparing Response Time, Errors, and Satisfaction Between Text-based and Graphical User Interfaces During Nursing Order Tasks. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 7(2), 164-176.
- Steiner, W., & et, a. (202). Use of the ICF Model as a Clinical Problem-Solving Tool in Physical Therapy and Rehabilitation Medicine. *Physical therapy*, 82(11), 1098-1107.
- Suzanne, P., & et, a. (2014). Improving access to clinical practice guidelines with an interactive graphical interface using an iconic language. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 14, 77.
- Szilvia, G., & et, a. (2004). ICF CORE SETS FOR STROKE. *J Rehabil Med, Suppl*(44), 135-41.

- Temple, Barker & Sloane, Inc. (1990). *The Benefits of the Graphical User Interface: A Report on New Primary Research*. Redmond, Wash. Microsoft Corp.
- Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *Nature*, 381(6582), 520-522.
- Whiteside, J., Jones, S., Levy, P., & Wixon, D. (1985). User performance with command, menu, and iconic interfaces. *CHI '85: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, (pp. 185-191).
- WHO. (n.d.). Retrieved from Classification of Diseases:
<http://www.who.int/classifications/icd/icdonlineversions/en/>
- WHO. (2002). Towards a Common Language for Functioning , Disability and Health ICF. *International Classification*, 1149, 1-22.
- WHO. (n.d.). *Creation of an ICF-based Documentation Form*. Retrieved from <http://www.icf-core-sets.org/en/page1.php>
- WHO. (n.d.). *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. Retrieved from <http://www.who.int/classifications/icf/en/>
- Xia, L., & Lisa, M. (2003). Visual Mapping for Medical Concepts. *AMIA* , 912.
- Ziming, L. (2005). Reading behavior in the digital environment. *Journal of Documentation*, 61(6), 700-712.