



Un enfoque para el diagnóstico de estrés por medio del método de índice de carga de trabajo de la NASA (NASATLX)

Barrera-Gálvez, R.^a, Solano-Pérez, CT^b, Arias-Rico, J^a, Sánchez-Padilla, ML^a, Díaz-Pérez, LE.^b

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Área Académica de Enfermería.
rosario_barrera@uaeh.edu.mx

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, Área Académica de Medicina

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación en personas sanas usando el protocolo NASA-TLX, para medir la percepción de la carga de trabajo de tareas temporales y espaciales en un sistema de interacción física entre humanos y robots para el diagnóstico y rehabilitación de las extremidades superiores. **Objetivo:** Identificar el grado de estrés de las personas que tienen contacto con la robótica y una plataforma virtual. **Método:** Se utilizó una metodología cuantitativa y descriptiva. **Desarrollo:** Se utiliza un dispositivo háptico alimentado con seis grados de libertad, con baja inercia y técnica de control, se utiliza la guía háptica pasiva y la exploración activa para compensar la incertidumbre dinámica del operador humano en la validación de un experimento plataforma. Además se utilizan variables tales como temperatura, humedad, iluminación y ruido para definir las condiciones de este trabajo. **Conclusiones:** Con respecto al diagnóstico se encontró que el 40% de los participantes mostró una carga de trabajo; con ello se infiere que los participantes padecieron estrés al realizar una carga de trabajo ya que los resultados arrojaron una reacción fisiológica en el organismo reconocida como una respuesta de alarma (estrés positivo); este mismo porcentaje de usuarios registraron estrés al estar realizando la actividad: uso de brazo robótico y realidad virtual. **Perspectiva a futuro:** Esta información servirá para diseñar Sistemas de Interacción Física Hombre-Robot en un futuro, con características que sean más ergonómicas para los usuarios y permitan contribuir a las ciencias de la salud, con la finalidad de establecer parámetros que permitan el mejor uso de las herramientas de computación, robótica y realidad virtual.

Palabras clave: NASA TLX Protocolo; Robot humano; Interacciones físicas del sistema.

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de interacción física hombre-robot, representan herramientas tecnológicas de entrenamiento de alto desempeño; sus aplicaciones en cirugía, manejo de herramienta, entretenimiento y operación remota de sistemas robóticos complejos, así como de vehículos móviles no tripulados, los cuales permiten validar el interés de la comunidad científica en proponer estrategias nuevas y novedosas en construcción, planificación, control, decisión en condiciones de contingencia y operación en ambientes con incertidumbre.

En la literatura se reportan diversas contribuciones al respecto, así como estrategias que validan el desempeño, algunas corresponden a la medición de variables físicas de interacción, sin embargo, la gran mayoría de las propuestas constituyen el uso de protocolos con tendencia subjetiva que dependen de la percepción del usuario en el desarrollo de una tarea de entrenamiento; no existe trabajo reportado que permita conocer el desempeño en una interfaz de esta naturaleza y que considere una correlación entre las variables físicas cuantificadas con la percepción propia del robot y la medición de la carga de trabajo y nivel de estrés que el operador describe en el desarrollo de dicha actividad.

El uso de esta herramienta permite una evaluación del comportamiento del ser humano, utilizando el método de base en la carga de trabajo con la interacción basada en el protocolo NASA TLX [1] a partir de los indicadores de esfuerzo, frustración, carga mental, carga temporal y estrés, y su relación con la usabilidad y la utilidad en sistemas de interacción hombre-robot; donde se identifican los cambios que pueden presentar las personas que tiene una interacción física con un ambiente virtual y un robot realizando una tarea específica.

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



2. TEORÍA

A la fecha no se han encontrado investigaciones donde se hayan evaluado los datos emitidos a través de la interfaz Hombre-Robot con base al protocolo NASA TLX, siendo esta una oportunidad de exploración que permita identificar los cambios en las diferentes sub-escalas que tiene marcado el protocolo NASA TLX.

El protocolo NASA TLX (Ames Research Center) (Task Load Index), nos permite medir los factores que son relevantes a las experiencias subjetivas de la carga de trabajo y la definición de evaluación formal de la carga de trabajo a través de una variedad de actividades. Incluye información sobre cómo las personas formulan opiniones sobre la carga de trabajo y la forma en que expresan sus evaluaciones subjetivas utilizando escalas de calificación.

La carga de trabajo sigue siendo una importante entidad, prácticamente relevante y medible. Abundan las técnicas de evaluación de la carga de trabajo; sin embargo, las calificaciones subjetivas son los métodos más utilizados y son los criterios con los que se comparan otras medidas. En entornos operativos, uno de los problemas encontrados con el uso de escalas de evaluación subjetivas ha sido una gran variabilidad entre sujetos. La técnica de calificación por el cual se reduce la variabilidad. Otro problema ha sido que las fuentes de trabajo son numerosas y varían entre las tareas, las fuentes de trabajo.

La técnica de calificación que utiliza el protocolo NASA TLX, es multidimensional y proporciona un proceso por el cual especifica fuentes de carga de trabajo relevantes para una tarea dada que pueden ser identificados y considerados en el cálculo de una calificación global de carga de trabajo. Se combina la información acerca de estos factores, reduciendo algunas fuentes de variabilidad entre sujetos que son experimentalmente irrelevantes, y haciendo hincapié en la contribución de otras fuentes de variabilidad que son experimentalmente relevantes.

La utilización del protocolo NASA TLX en las organizaciones permite medir la carga de trabajo que representa hipotéticamente, identificando el costo incurrido por un operador humano para alcanzar un determinado nivel de rendimiento. Por lo tanto, la definición de la carga de trabajo se centra en el hombre, en lugar de centrarse en la tarea [2] [3]. Una experiencia subjetiva del operador de la carga de trabajo resume las influencias de muchos factores además de las exigencias objetivas impuestas por la tarea. Por lo tanto, la carga de trabajo no es una propiedad inherente, sino que surge de la interacción entre los requisitos de una tarea, las circunstancias en las que se lleva a cabo, y las habilidades, comportamientos y percepciones del operador. Desde que algunas variables aparentemente no relacionados se pueden combinar para crear una subjetiva en la experiencia de trabajo [2] como se puede identificar en el marco conceptual en sus diferentes fuentes y modificadores de la carga de trabajo como se muestra en la siguiente figura.

VIII

CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

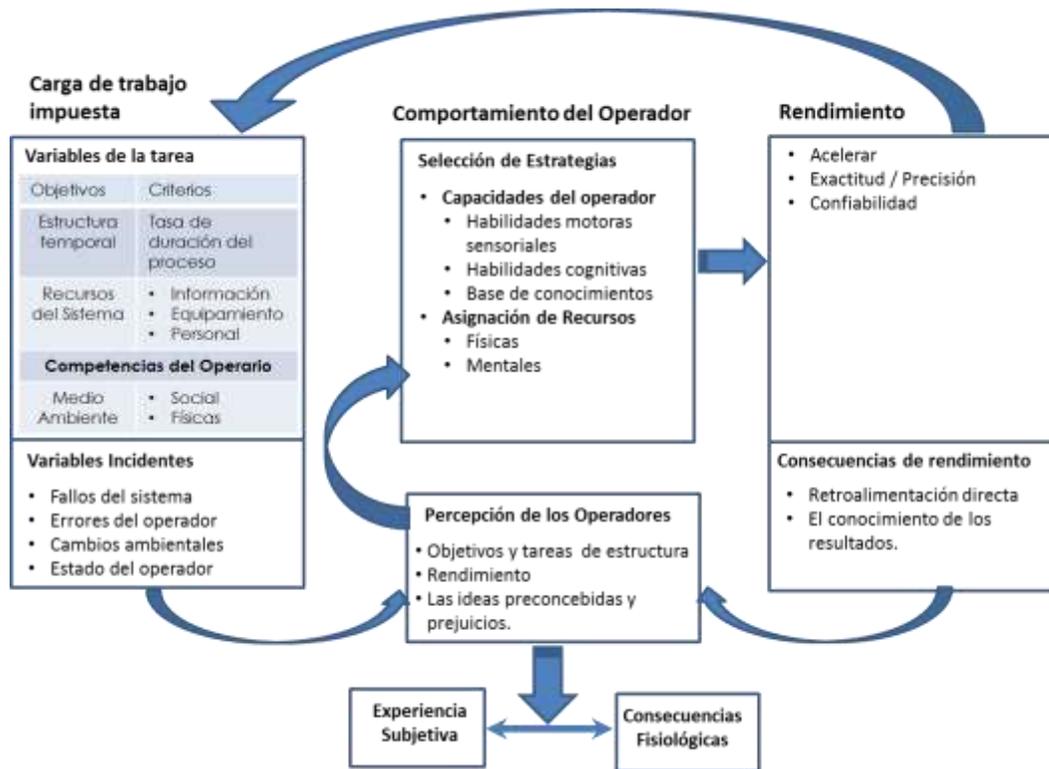
15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL Monterrey, Nuevo León



Figura No. 1 Marco conceptual de las variables relacionadas que influyen en el rendimiento humano y carga de trabajo.



Fuente: Sandra G. Hart; Aerospace Human Factors Research Division; NASA-Ames Research Center; Moffett Field. California. Diseño del diagrama Rosario Barrera-Gálvez

En este caso, la carga de trabajo impuesta se refiere a la situación encontrada por un operador. La intención demandada por una tarea es creada por sus objetivos, la duración, la estructura, los recursos humanos y recursos que son proveídos por el sistema. Las demandas reales impuestas por una tarea durante su ejecución por un operador específico pueden ser modificadas por una serie de factores (por ejemplo, el medio ambiente, los fallos del sistema, los errores del operador) que son únicas para ese suceso. Estos factores pueden contribuir accidentalmente ya sea de fuentes sutiles o sustanciales de la variabilidad de la carga de trabajo que impone la tarea de una interpretación a la siguiente.

Las respuestas del sistema se refieren a la conducta y los logros del sistema hombre-máquina. Los operadores están motivados y guiados por las exigencias impuestas, sino que su comportamiento también se reflejan sus percepciones a cerca de los que ellos esperaban hacer y las estrategias, esfuerzo y el sistema de recursos empleados para lograr los objetivos de la tarea. Los operadores ejercen esfuerzo en una variedad de maneras. El esfuerzo físico es el más fácil de conceptualizar, observar y medir, sin embargo, su importancia en sistemas avanzados está disminuyendo. El esfuerzo mental sirve como una fuerte variable entre los estímulos y las respuestas mensurables medibles, pero es difícil de cuantificar directamente. El rendimiento del sistema representa el producto de las acciones de un operador y las limitaciones, capacidades y las características del sistema controlado. La retroalimentación del rendimiento proporciona a los operadores información acerca de su éxito en el cumplimiento de los requisitos de la tarea, lo que les permite adoptar diferentes estrategias o ejercer diferentes niveles de esfuerzo para corregir sus propios errores.

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



3. PARTE EXPERIMENTAL

Se utilizó una metodología cuantitativa y descriptiva, para realizar la aplicación del instrumento NASA TLX se pueden definir 5 pasos a seguir:

1. Diseñar del cuestionario en el formato de las 6 sub-escalas, generalmente consta de 6 preguntas.
2. Capacitar al usuario que realizará la tarea de la carga de trabajo que se va a medir y sobre el cuestionario de NASA TLX.
3. Definir la ponderación que se le dará a cada sub-escala.
4. Aplicar el cuestionario a cada uno de los usuarios.
5. Contar con el software que permitirá realizar el análisis de los datos.

El "NASA TLX: Software para la evaluación de la carga mental subjetiva" [11] se puede bajar de la red de internet y existen varias versiones que van desde diseños desarrollados en Microsoft Excel hasta en html y que se ejecutan en la red¹.

A continuación, se presenta un ejercicio con el software NASA TLX. EXE que está desarrollado en Microsoft Excel (R); al colocar una marca en cada escala que representa la magnitud (Puntos) de cada factor en la tarea (como se ve en la Imagen No. 1) que se realizó al contestar una pregunta de la encuesta se anotan los puntos y se realizan los cálculos para identificar el peso y la media aritmética, posteriormente se realizó lo mismo para cada pregunta.

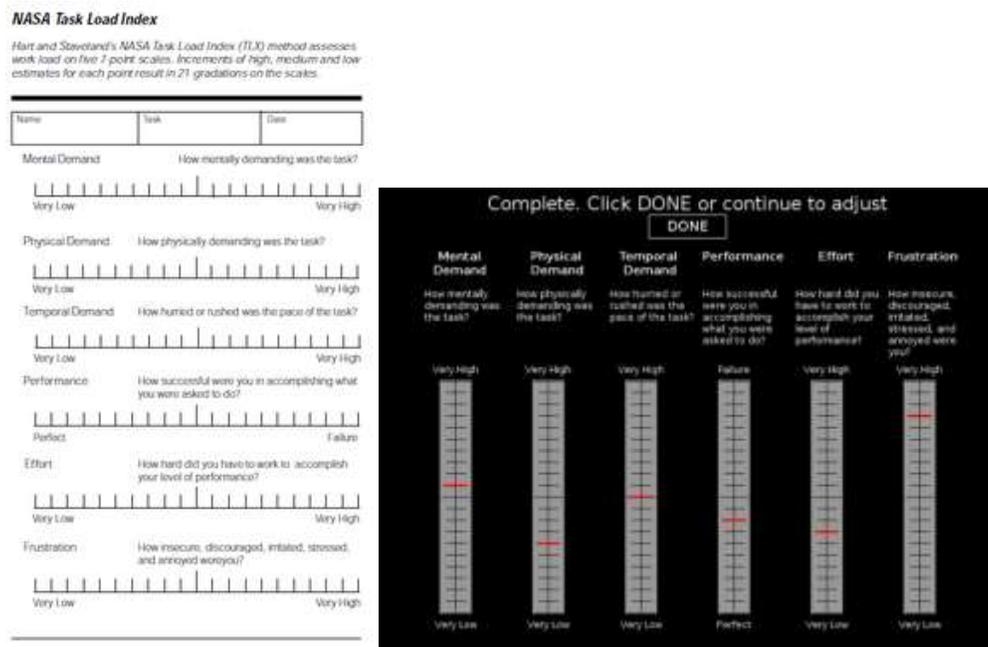


Imagen No. 1 Cuestionario NASA TLX

Los datos que son captados en cada sub-escala dependiendo de la pregunta que se haya diseñado en el formato se realiza de manera interna ya sea con el software diseñado para esto el NASA TLX.EXE o bien en Excel de Microsoft. En

¹ [http:// http://ece.eng.wayne.edu/~apandya/Software/NASA_TLX/](http://http://ece.eng.wayne.edu/~apandya/Software/NASA_TLX/)

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



la pantalla de captura de datos en el software y posteriormente, se marca en cada cuadro que va de la escala del 5 al 100.

4. CONCLUSIONES

En este caso, la encuesta "Evaluación de una interfaz Hombre-Robot basado en el protocolo NASA TLX", en el apartado de NASA TLX cuenta con 6 sub-escalas que sirvieron para realizar el análisis e identificar el nivel de satisfacción del usuario en la realización de la carga de trabajo.

Durante el análisis de datos con el protocolo NASA TLX se identificó lo siguiente:

Figura No.2 Resultados de la aplicación del protocolo NASA TLX

Escala NASA TLX	DM	DF	DT	Esfuerzo	Frustración	Rendimiento
5	0.06	0.28	0.36	0.39	0.26	0.30
10	0.06	0.27	0.12	0.16	0.19	0.12
15	0.05	0.10	0.08	0.07	0.08	0.08
20	0.01	0.10	0.06	0.08	0.05	0.05
25	0.04	0.03	0.00	0.05	0.04	0.03
30	0.03	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03
35	0.02	0.04	0.01	0.00	0.01	0.04
40	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02
45	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.04
50	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08
55	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03
60	0.01	0.02	0.01	0.04	0.02	0.01
65	0.04	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03
70	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
75	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01
80	0.06	0.00	0.02	0.01	0.04	0.02
85	0.08	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02
90	0.10	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01
95	0.05	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
100	0.23	0.00	0.02	0.02	0.03	0.02
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: N=204 Aplicación del Cuestionario "Evaluación de una Interfaz Hombre-Robot basado en el protocolo NASA TLX. 2014.

Al realizar el análisis de los datos de los 204 participantes se identificó en la **Demanda Mental** que el 77% de los participantes refirió que no le generó una carga mental excesiva, que fue fácil la actividad y en un espacio cómodo, asegurando que el factor del ruido no le generó molestia; a diferencia del 23% que identificó que sí les generó una carga de trabajo con el uso de los dispositivos hápticos; el promedio de la carga de trabajo que se registró fue del 40% en el total de los participantes.

En el caso de la **Demanda Física** el 28% de los participantes expresó que no requirió de actividad física; cubrieron la actividad expresando que fue fácil sus miembros superiores se encontraron libres, sin ninguna molestia músculo esquelética y expresó que la tarea le generó habilidad y destreza, rápida y no requiero de esfuerzo físico a diferencia del 72% de los participantes que expresó que si requirió de demanda física.

VIII CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

15-17 JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



En la **Demanda Temporal**; el 36% de los participantes no sintió presión de tiempo con respecto a la actividad, la realizó de una manera más tranquila y sin presión a diferencia del 64% que sintió estrés al realizar la actividad, sintió que la información que tenía no era clara y la actividad fue difícil y complicada.

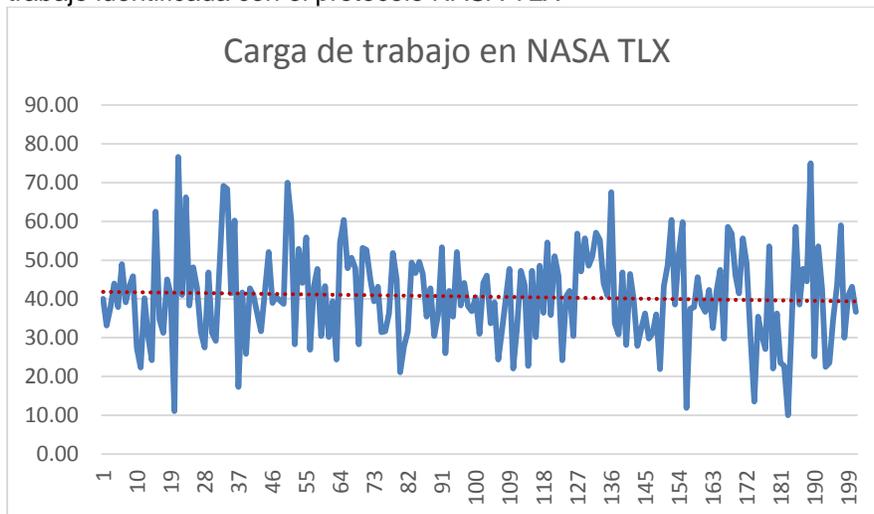
Para la sub-escala del **Esfuerzo**, el 39% expresó que no identificaron difícil la actividad de manera mental y físicamente, sin embargo concluyeron de manera satisfactoria la actividad; el 61% expresó que si le genero esfuerzo, atención durante la tarea para concluirla y se sintió activo al realizar la tarea.

Para el caso de **Frustración**; el 26% expresó que no le genero inseguridad, se sintió satisfecho sin nerviosismo y el 74% se sintió inseguro, insatisfecho, no relajado y se sintió con tensión al realizar la tarea.

Finalmente, en la sub-escala de **Rendimiento**, el 70% sintió satisfacción en el cumplimiento de la actividad siendo de corta duración, expresando que el protocolo NASA TLX utilizado fue claro, así como la planificación de la tarea; a diferencia del 30% restante.

En la siguiente figura, se identifica claramente la carga de trabajo que le generó al grupo de los participantes en esta investigación mediante el uso del protocolo NASA TLX.

Figura No. 3 Carga de trabajo identificada con el protocolo NASA TLX



Fuente: N=204 Aplicación del Cuestionario "Evaluación de una Interfaz Hombre-Robot basado en el protocolo NASA TLX. 2014.

Se encontraron 152 valores diferentes en un rango mínimo de 10% y un máximo de 76.66% y con una desviación estándar de 12.36 y una media que se encuentra es del 40% en la carga de trabajo donde podemos inferir que realizaron la actividad de manera satisfactoria.

Al concluir la investigación se encontró que a los participantes sí les generó estrés de una u otra manera en la realización de la carga de trabajo y el estrés (del inglés stress, "tensión") es una reacción fisiológica del organismo en el que entran en juego diversos mecanismos de defensa para afrontar una situación que se percibe como amenazante o de demanda incrementada.

Síntoma provocado por alguna situación en problema, los síntomas son algunos notables como el nerviosismo (Temblar) o estar inquieto. Otros no son tan notables como la aceleración del corazón, que se ven reflejados en los datos captados y presentados, la sudoración, cambios en la temperatura corporal.



CCADET
"CALIDAD EN EDUCACIÓN"



VIII

CONGRESO
NACIONAL DE
TECNOLOGÍA
APLICADA A
CIENCIAS DE
LA SALUD

15-17
JUNIO, 2017

"GENERACIÓN DE NUEVAS TÉCNICAS
DE DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO"

Auditorio Polivalente de la Facultad de Medicina, UANL
Monterrey, Nuevo León



El estrés es una respuesta natural y necesaria para la supervivencia, a pesar de lo cual hoy en día se confunde con una patología. Esta confusión se debe a que este mecanismo de defensa puede acabar, bajo determinadas circunstancias frecuentes en ciertos modos de vida, desencadenando problemas graves de salud.

BIBLIOGRAFÍA.

1. S. G. Hart, «Development of NASA-TLX (Task Load Index); Results of Empirical and Theoretical Research, Aerospace Human Factors Research.
2. H. S. G., Theory and measurement of human workload. In J. Zeidner, New York. Pag. 496-555.: (Ed.) Human Productivity Enhancement. (1986).
3. T. B. Sheridan, Toward the definition and measurement of the mental workload of transport pilots. (Final report DOT-OS-70055) and Stassen. H. Cambridge MA- MIT. , (1979).
4. S. Miller, Literature Review Workload Measures, Iowa: ID N01-006, August.
5. M. P. R. R. J. \. k. W. C. Johanssen. G., Final report of experimental psychology group de Mental Workload: Its Theory and .Measurement. , New York, In N. Moray (Ed.), (1979), pp. 101-116.
6. T. B. a. S. H. Sheridan, Toward the definition and measurement of the mental workload of transport pilots. Cambridge MA- MIT: Final report DOT-OS-70055, 1979.
7. K. A. L. S. H. A. Ericsson, Verbal reports as data de Psychological Review 87 (3), 1980, pp. 215-251.
8. R. E. & W. T. D. Nisbett, Telling more than we can know: Verbal reports on mental processes de Psychological Review, 84 (3), 1977, pp. 231-259.