

EL DESARROLLO DE UN SISTEMA EFICIENTE PARA MEDIR EL “NIVEL DE ATENCIÓN” DE LAS PERSONAS

THE DEVELOPMENT OF AN EFFICIENT SYSTEM TO MEASURE THE "LEVEL OF ATTENTION" OF PEOPLE

¹Alfredo García Suárez-²Juan Manuel González Calleros-³Amparo Palomino Merino

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Ciencias de la Computación

Doctorado en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento

¹alfredo_amigo18@hotmail.com, ²jumagoca78@gmail.com
and ³ampalomino@gmail.com

RESUMEN

El nivel de atención en las personas está asociado con la eficiencia en sus actividades intelectuales, en su nivel de comprensión y en el desarrollo de su habilidad creativa. Es fundamental conocer el comportamiento de las variables biológicas involucradas en este proceso, ya que a partir de las mismas se pueden determinar con mayor precisión los estados de atención de una persona. Usando esta información, una persona puede tener retroalimentación sobre su actividad cognitiva y así elevar la atención sobre la actividad realizada y en consecuencia mejorar su rendimiento académico o laboral. Actualmente existen dispositivos, de índole comercial y de investigación, que miden el estado de atención del ser humano. A nivel comercial se carece de un manejo libre por parte del usuario ya que

se encuentran restringidos por el software y hardware del fabricante. En la literatura, se ha identificado que lo difícil es reproducir los experimentos por la falta de disponibilidad de los dispositivos de hardware que son usados y por su baja practicidad. En este artículo se describe la implementación de un sistema no invasivo-multiusuario para la identificación del nivel de atención de personas, que se basa en las ondas cerebrales del usuario para determinarlo. Partiendo de dispositivos electrónicos existentes, se desarrolla un sistema para leer las ondas cerebrales obtenidas por los dispositivos comerciales, se entrega un diagnóstico instantáneo del nivel de atención del usuario en una escala de porcentaje del 0% al 100% y finalmente se retroalimenta al usuario de manera visual con un indicador en forma de semáforo, donde el color verde denota un alto nivel de concentración, el color amarillo refleja un nivel de concentración aceptable y el color rojo representa un nivel de concentración bajo.

Palabras Clave: Nivel de atención, Sensor Cerebral, Retroalimentación Visual, No-Invasivo, Multiusuario.

ABSTRACT

The level of attention in people is associated with efficiency in their intellectual activities, in their level of understanding and the development of their creative ability. It is fundamental to know the behavior of the biological variables involved in this process since from them the states of attention of a person can be determined with great precision. Using this information, a person can have

feedback on their cognitive activity and thus raise attention on the activity performed and consequently improve their academic or work performance. Currently, there are devices, of a commercial nature and research that measure the state of attention of the humans. At the commercial level, there is no free use by the user since they are restricted by the software and hardware of the manufacturer. In the literature, it has been identified that it is difficult to reproduce the experiments due to the lack of availability of the hardware devices and due to their low practicality. In this article, we describe the implementation of a non-invasive-multiuser system for the identification of the level of attention of people, based on the brain waves of the user. Based on existing electronic devices, a system was developed to read the brain waves obtained by commercial devices. An instant diagnosis of the user's level of attention is given on a percentage scale of 0% to 100%, and finally, the user is given feedback. A visual aid similar to a traffic light indicator, where the green color denotes a high level of concentration, the yellow color reflects an acceptable concentration level, and the red color represents a low concentration level is also included.

Keywords: Attention Level, Brain Sensor, Visual Feedback, Non-Invasive, Multi-user.

INTRODUCCIÓN

Existen diversos trastornos que afectan el nivel de atención de las personas tanto en su edad infantil como en la edad adulta.

Uno de los trastornos más reconocidos es el trastorno por déficit de atención / hiperactividad (TDAH) y generalmente se diagnostica por primera vez en la infancia, y los síntomas persisten en la adolescencia y la edad adulta.

El TDAH se caracteriza por falta de atención, impulsividad e hiperactividad. Recientemente se ha estimado que afecta al 3.5% de los niños en edad escolar en todo el mundo y se dice que es uno de los trastornos psiquiátricos más comunes entre los jóvenes. Los niños con estos problemas a menudo son impopulares y carecen de amistades recíprocas, pero no siempre son

conscientes de su propia impopularidad. Si bien estos síntomas tienden a disminuir con la edad, al menos el 50% de los niños con TDAH aún presentan síntomas que disminuyen en la edad adulta. A pesar de la vasta literatura que respalda la eficacia de la medicación estimulante en el tratamiento del trastorno por déficit de atención / hiperactividad (TDAH), varias limitaciones de los tratamientos farmacológicos ponen de relieve la clara necesidad de tratamientos psicosociales alternativos efectivos. También hay evidencias sobre intervenciones que involucran tanto a la escuela como a la capacitación de los padres que han resultado en clasificarlos como "tratamientos validados empíricamente" (Aymerich-franch, 2012).

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es una afección neurobiológica común que afecta a los niños en edad escolar. Uno de los principales síntomas es la falta de atención, que es un factor clave de bajo rendimiento académico (como lo muestra la figura 1), especialmente en tareas que requieren una gran cantidad de tiempo de concentración (Grecia, 2012).

Los niños con Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) experimentan un déficit en los procesos cognitivos responsables de comportamientos dirigidos a objetivos determinados, conocidos como funcionamiento ejecutivo (FE) (Hernández, 2015).

El mayor desafío para los adultos con trastorno por déficit de atención hiperactividad (TDAH) es la

gestión de la información y las tareas (como se ilustra en la figura 2) (Desney y Nijholt, 2010).



Figura 1. Bajo rendimiento académico en niños producido por el TDAH.

Para conocer el grado de afectación que el TDAH produce en las personas, es necesario contar con herramientas que puedan proporcionar una retroalimentación del porcentaje de atención que tiene el usuario al momento de ejecutar una tarea en



Figura 2. Deficiencia en la gestión de información y las tareas presente en personas adultas debido al TDAH.

ANTECEDENTES

Los avances en neurociencia cognitiva y las tecnologías de análisis de imágenes cerebrales han comenzado a proporcionarnos la capacidad de interactuar directamente con el cerebro humano. Esta capacidad es posible a través del uso de sensores que pueden monitorear algunos de los procesos físicos que ocurren dentro del cerebro que se corresponden con ciertas formas de pensamiento. Los investigadores han utilizado estas tecnologías para construir interfaces cerebro-computadora (BCI), sistemas de comunicación que no dependen de la salida normal del cerebro de los dispositivos y dispositivos periféricos. En estos sistemas, los usuarios manipulan explícitamente su actividad cerebral en lugar de usar

movimientos motrices para producir señales que pueden usarse para controlar computadoras o dispositivos de comunicación. Los investigadores de Interacción Humano-Computadora (HCI) exploran las posibilidades que permiten a las computadoras utilizar tantos canales sensoriales como sea posible. Además, los investigadores han comenzado a considerar formas implícitas de entrada, es decir, información que no se realiza explícitamente para dirigir una computadora para hacer algo. Los investigadores intentan inferir información sobre el estado, el nivel de atención e intención del usuario observando su fisiología, comportamiento o el entorno en el que operan. Al usar esta información, los sistemas pueden adaptarse dinámicamente para ayudar al

usuario en la tarea que tiene entre manos. Los BCI ahora son lo suficientemente maduros como para que los investigadores de HCI los agreguen a su cinturón de herramientas al diseñar nuevas técnicas de entrada (Aymerich-franch, 2012).

Ahora se están introduciendo sensores menos tradicionales en el campo de interacción humano-computadora. El objetivo es reunir la mayor cantidad de información posible del socio de interacción humana y el contexto, incluido el historial de interacción, que se puede detectar, interpretar y almacenar. Esta información hace posible que el entorno mejore su rendimiento al apoyar a sus usuarios en sus actividades diarias.

Esta información proporciona información sobre el estado afectivo y

cognitivo del usuario y nos ayuda a comprender las emisiones y actividades del usuario. Se puede usar para proporcionar comentarios apropiados o para adaptar la interfaz al usuario (Aymerich-franch, 2012).

La electroencefalografía fue descubierta por Hans Berger en 1924 (Haas, 2003), y consiste en obtener una señal eléctrica del funcionamiento del cerebro. Se divide en dos grupos: i) la invasiva, donde se implantan electrodos dentro del cráneo del paciente, que a pesar de las complicaciones naturales relacionadas, tiene a favor el hecho de que se puede focalizar la señal, distinguiendo una zona específica del cerebro; ii) las no invasivas, que graban potenciales eléctricos desde el cuero cabelludo, a través de pares de electrodos conductores de plata, que se utilizan para leer las señales

eléctricas. Las pequeñas diferencias de voltaje entre electrodos suelen registrar valores de entre 30 y 100 μV por lo que normalmente deben ser amplificadas. La actividad eléctrica, se produce cuando las neuronas se comunican (Rojas et al., 2012).

Las señales obtenidas a través de un EEG, se pueden descomponer en 5 ondas con diferentes características, según se describe en (Saneiro, 2015) y se ilustran en la figura 3:

DELTA: Estas ondas van de 0,5 a 4 Hz. Son las ondas más lentas y están presentes mientras una persona duerme. La producción de estas ondas en el estado de vigilia, se relaciona con los defectos físicos en el cerebro. El movimiento físico puede causar ondas deltas artificiales, pero con un análisis instantáneo, solo por observación de los registros EEG

primarios esto puede ser verificado o descartado.

THETA: Fluctúa entre 4 y 7,5 Hz, están vinculados a la ineficiencia y el soñar despierto. Además suelen relacionarse con el acceso a material inconsciente del cerebro y estados de profunda meditación. Las ondas de frecuencias más bajas de theta representan la delgada línea entre estar despierto o en estado de sueño. Theta surge de la tensión emocional, especialmente de la frustración o la decepción. Los altos niveles de theta se consideran anormales en los adultos, y además se las relaciona con el trastorno por déficit de atención con hiperactividad.

ALFA: Oscilan de 8 a 13 Hz, son más lentas y asociadas con la relajación y desconexión. Pensar en algo pacífico con los ojos cerrados da un aumento de la actividad alfa. De

alguna manera, las ondas alfa indican un estado relajado de conciencia, sin atención o concentración.

BETA: Están en la gama de frecuencias de entre 14 y 26 Hz, pero a menudo se las divide en beta bajo y beta alto para conseguir un análisis más específico. Las ondas son pequeñas y rápidas, asociadas con la concentración enfocada. Cuando se resiste o suprime el movimiento, o al resolver una tarea matemática existe un aumento de la actividad de las ondas beta. Un estado de pánico también puede provocar el incremento en el nivel de las ondas beta.

GAMMA: Estas ondas están en el rango de frecuencias mayores a 30 Hz. Su amplitud es muy pequeña, y su ocurrencia es rara, por lo que se las relaciona con ciertas enfermedades del cerebro. Se cree que refleja el

Beta		12-40 Hz	Activo, pensamiento ansioso y concentración activa
Alpha		8-12 Hz	Relajación, estimulación del sistema inmune, hipnosis
Theta		4-8 Hz	Sueño ligero, meditación profunda, visualización creativa
Delta		0-4 Hz	Sueño profundo sin sueños, retención de memoria. curación.

Figura 3. Clasificación de señales de ondas cerebrales.

mecanismo de la conciencia. Las ondas beta y gamma juntas han sido asociadas con la atención, la percepción y la cognición (Rojas et al., 2012).

DISPOSITIVOS COMERCIALES PARA MEDIR LA ATENCIÓN

Actualmente existen diversos dispositivos comerciales cuya función específica es determinar el nivel de atención de las personas, a través de una interfaz gráfica. En la mayoría de los casos obteniendo la medición de una variable biométrica. La variable biológica más utilizada para medir el nivel de atención de las personas son

las ondas cerebrales, estas son obtenidas a través de diademas con sensores algunos ejemplos son los siguientes:

El dispositivo MindWave, desarrollado por el fabricante Neurosky (www.neurosky.com), permite la obtención de señales EEG a través de una interface tipo diadema que se coloca en la cabeza y se alimenta mediante una pila de 1,5 V (tipo AAA). Utiliza un interface inalámbrico para comunicarse con el computador y adquiere las señales a través de bio-sensores pasivos conectados a un electrodo que hace contacto con la frente. Además, cuenta con una terminal de referencia que se conecta con el lóbulo de la oreja. Esta característica se utiliza para determinar el origen de una señal. En las interfaces cerebro-computador, la localización de los

electrodos permite obtener diferentes representaciones del EEG. El dispositivo MindWave dispone únicamente de una sola terminal colocada en la frente del sujeto, en lo que se conoce formalmente como la zona pre-frontal. La figura 4 muestra la forma en la que se utiliza el dispositivo (Torres y Palacio, 2014).



Figura 4. Diadema MindWave del fabricante Neurosky.

Otro dispositivo comercial utilizado para la lectura de ondas cerebrales es el EmotivEpoc cuya exploración electroencefalográfica (EEG) basa su funcionamiento en un conjunto de

sensores ubicados estratégicamente en distintas áreas de la cabeza; esto con el fin de interpretar las frecuencias producidas para detectar los pensamientos, los sentimientos y las expresiones del usuario.

El EmotivEpoc posee 3 Suites para la detección de las señales de entrada: Expressiv, que descifra las expresiones faciales; Affectiv, cuya descripción es el estado emocional del usuario, y Cognitiv, cuya interpretación se basa sobre el uso consciente de los pensamientos. La Figura 5 muestra la forma que tiene el dispositivo (Rojas et al., 2012;



Figura 5. Diadema EmotivEpoc del fabricante EmotivSystems.

Perakakis y Potamianos, 2013; Pinto y Ferreira, 2015).

Otro dispositivo comercial utilizado para la lectura de ondas cerebrales es la diadema Muse que es una herramienta de ejercicio mental que mide las señales cerebrales. Los 7 sensores de calibración de Muse: 2 frontales, 2 atrás de las orejas y 3 sensores de frecuencias, permiten detectar y medir la actividad cerebral. Esta diadema es mostrada en la figura 6.



Figura 6. Diadema Muse del fabricante InteraXon.

En la tabla 1 se muestran las comparativas en precio y numero de

Dispositivo	Precio (Dollares)	Electrodos
iFocusBand	\$500	1
MindWave	\$99.9	1
Mindflex	\$50	1
Emotiv EPOC	\$399	14
Star Wars Force Trainer	\$45	1
MindSet	\$199	1
Muse	\$299	4
OpenBCI		
Ganglion Board	\$99	4

Tabla 1. Tabla de sensores cerebrales comerciales.

sensores de diferentes dispositivos comerciales para medir ondas cerebrales.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema desarrollado para medir la atención de las personas consta de una interfaz gráfica mostrada en la figura 7. El sistema es multiusuario ya que se puede medir la atención de 2 personas al mismo

tiempo, el nivel de atención de cada persona es mostrado de forma numérica y grafica a través de la interfaz. La comunicación se lleva a cabo a través del protocolo bluetooth.

Este sistema cuenta con una retroalimentación individual para cada usuario en forma de semáforo, el cual funciona en un tiempo aproximado al real.

Los dispositivos que se eligieron como sensores cerebrales fueron 2 diademas MindWave de la marca Neurosky, esto debido a su fácil manejo y su eficiente transmisión de datos, ya que al contar con un solo sensor frontal, la información se reduce y aumenta la velocidad con que se leen las señales de las ondas cerebrales de los usuarios.



Figura 7. Interfaz grafica del sistema desarrollado para medir el nivel de atención de personas.

con 2 usuarios simultáneamente como lo ilustra la figura 8, donde ambos usuarios realizan el mismo test de atención pero utilizando diferentes dispositivos. El primer usuario utiliza un dispositivo Tablet y el segundo una computadora de escritorio.



Figura 8. Modo de aplicación del sistema multiusuario para medir atención.

Esta prueba fue realizada utilizando un sistema mono-usuario, es decir utilizando solo una diadema cerebral a la vez. La ventaja que representa un sistema multiusuario es que reduce el tiempo de experimentación y se obtiene un mejor análisis de las comparativas en diversos experimentos de atención.

La retroalimentación del sistema se realiza de forma gráfica a través de la interfaz de la figura 7, pero además también se lleva a cabo de manera visual por medio de un dispositivo físico que interactúa en el entorno de los usuarios en forma de un semáforo que marca el nivel de atención global de los usuarios, el



Figura 9. Semáforo de retroalimentación visual al usuario.

cual es mostrado en la figura 9.

POBLACIÓN DE APLICACIÓN

Este sistema de medición de atención tiene un impacto socioeconómico

sobre la población estudiantil, principalmente del país de México.

El impacto social está relacionado directamente con una nueva técnica de educación que subyace de conocer en un aparente tiempo real el nivel de atención en los estudiantes.

El impacto social también incursionará en el campo de la psicología, al utilizar el sistema implementado para comprobar nuevas técnicas y estrategias para regular el nivel de atención en personas sin distinción alguna.

El impacto económico será reflejado en el sector Educativo principalmente, en diversas instituciones especializadas cuyo propósito esté relacionado con los procesos cognitivos de las personas.

Este dispositivo es de fácil manejo y mediano costo lo que motivará su uso como herramienta para que a partir

del diagnóstico obtenido se pueda implementar una estrategia para regular el nivel de atención en los estudiantes de cualquier nivel académico.

USOS Y APLICACIONES

Este sistema puede ser utilizado como un complemento académico para colaborar en el proceso de enseñanza- aprendizaje en el aula de clase y detectar el nivel de atención de los estudiantes en tiempo real, de esta manera el docente podrá verificar de forma inmediata alguna distracción o desconcentración en clase por parte de los estudiantes y tomar alguna acción pertinente que le permita recuperar el nivel de atención del grupo o de algún estudiante en específico.

Esta herramienta también puede ser de uso particular para las personas

que tienen dificultad para concentrarse o que se distraen fácilmente como se muestra en las figuras 10 y 11, donde se observa la aplicación del sistema en dos contextos diferentes; uno con distractores (figura 10) y el otro sin distractores (figura 11). Otro entorno de aplicación de este sistema es en entrevistas de trabajo donde el entrevistador podrá verificar si el solicitante es certero con los argumentos que emplee para responder a las interrogantes a las cuales sea sometido.

El campo educativo es uno de los principales campos de aplicación pero no es el único, ya que en el área de de psicología esta herramienta es de suma importancia para determinar enfermedades o trastornos de los

pacientes.



Figura 10. Aplicación del sistema para medir el nivel de atención de forma individual con distractores



Figura 11. Aplicación del sistema para medir el nivel de atención de forma individual sin distractores.

INNOVACIÓN

Actualmente se está trabajando para que este sistema sea mejorado en dos aspectos relevantes (mostrados en la figura 12) para su desempeño: el primer aspecto es aumentar el número de diademas implementadas con lo que se conseguirá obtener el nivel de atención de más de dos usuarios al mismo tiempo, el segundo aspecto es agregar una segunda variable biológica relacionada con el nivel de atención de las personas, en este caso será la postura corporal, con lo que se obtendrá un diagnóstico más preciso del nivel de atención del usuario.

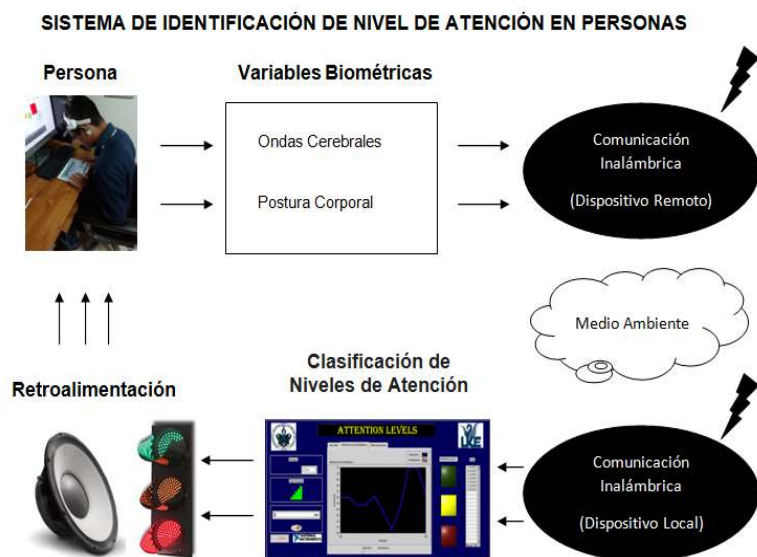


Figura 12. Innovación del sistema de identificación del nivel de atención en personas.

REFERENCIAS

- Marín E. J.. (2014). *Detección de emociones del usuario*. Chile: En Tesis Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, volumen 1, pp. 1- 67.
- Domínguez C.. (2015, febrero 15). *Las Ondas Binaurales y sus Efectos*. Ciudad Cooperativa Cruz Azul: En Tesis de Investigación Experimental volumen 1, pp.1- 22.
- Torres F., Sánchez C. & Palacio B.. (2014, octubre 17). *Adquisición y análisis de señales cerebrales utilizando el dispositivo MindWave*. En MASKANA, I+D+ingeniería 2014, volumen 1, pp.1- 11.
- Rojas S., Garzón J., Martínez D., Escobar M. & Robayo C.. (2012, Julio 23). *Lector de ondas cerebrales para implementar un sistema alternativo y aumentativo de comunicación*. En 10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, volumen 10, pp. 1- 9.
- Campazzo E., Martínez M., Guzmán A. & Agüero A.. (2013). *Desarrollo de interface de detección de emociones para su utilización en redes sociales y entornos virtuales de aprendizaje*. Paraná: En XV Workshop de Investigadores en Ciencias DE LA Computación, volumen 1, pp. 1-5.
- García A. E.. (2015). *Análisis de ondas cerebrales para determinar emociones a partir de estímulos visuales*. Xalapa, Veracruz, México: En Universidad Veracruzana Facultad de Estadística e Informática, volumen 1, pp. 1-137.
- Hernández A., Vásquez R., Olivares B. A., Cortes G. & López I.. (2016, Febrero 29). *Sistema de detección de emociones para la recomendación de recursos educativos*. Orizaba México: En Programación Matemática y Software (2016) 8(1): 58-66., ISSN: 2007-3283, pp. 58-66.
- Saneiro M. M.. (2015, Noviembre 15). *Apoyo psico-educativo y afectivo en entornos virtuales de aprendizaje*. Badajoz, España: En International Journal of Developmental and Educational Psychology, volumen 1, numero 2, pp. 233-241. 11 Octubre 2015, De INFAD Base de datos.
- Campazzo E., Martínez M., Guzmán A. E. & Agüero A.. (2014). *Entornos Virtuales de Aprendizaje integrado a tecnología móvil y detección de emociones*. La Rioja: En Secretaría de Ciencia y Tecnología/Departamento de Ciencias Exactas Físicas y Naturales/Universidad Nacional de La Rioja, volumen 1, pp. 1- 5.
- Aballay L., Aciar S. & Reategui E.. (2015). *Propuesta de un Método para Detección de Emociones en E-Learning*. Porto Alegre, Brasil: En ASAI 2015, 16° Simposio Argentino de Inteligencia Artificial., ISSN: 2451-7585, pp. 121-128.
- García A., Muñoz M. & Suarez C.. (2008). *Gestión de emociones en espacios virtuales de formación*. Salamanca, España: En Investigación Educativa, volumen 12, Numero 21, pp. 45 - 65.
- Aymerich-franch L.. (2012). *Los juegos en entornos virtuales como herramientas de aprendizaje: estudio de la respuesta emocional de los participantes*. Murcia, España: En SPHERA PÚBLICA Revista de Ciencias

Sociales y de la Comunicación
Número 12, volumen 12, pp. 183-197.

GarcíaC.. (2002). *Técnicas educativas para estudiantes con discapacidad visual*. Libro en Instituto de Educación de Aguascalientes. Aguascalientes, México: Pp. 1-90.

Hernández A. M.. (2015). *Aprendizaje Electrónico Afectivo: un modelo Innovador para Desarrollar una Acción Tutorial Virtual de Naturaleza Inclusiva*. Granada, España: En Formación Universitaria Volumen 8(2), pp.19-26.

Desney S. T. & Nijholt A..(2010). *Brain-computer interfaces*. New York, USA: En ISSN 1571-5035 Springer London Dordrecht Heidelberg, volumen 1, pp. 1- 275.

Perakakis M. & Potamianos A.. (2013). *An Affective Evaluation Tool Using Brain Signals*. USA: En IUI'13 Companion, volumen 1, pp. 105 - 106.

Pinto R. D. & Ferreira H. A..(2015). *Development of a Non-invasive Brain Computer Interface for Neurorehabilitation*. Lisbon, Portugal: En REHAB '15, volumen 1, pp. 1- 5.