

**ANÁLISIS DE LA TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN FRENTE A
ALTERNATIVAS DE RIESGO EN LA COMPRA DE ACCIONES DESDE UN
ENFOQUE NEURONAL EN LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO EN FINANZAS DE
LA CIUDAD DE MANIZALES**

Damiand Felipe Trejos Salazar

Docente Univerisidad de Caldas

Claudia Liliana Quintero Muñoz

Jefe Contratación Universidad Nacional de Colombia

Mauricio Escobar Ortega

Docente Universidad Nacional de Colombia

Área Temática: B) Valoración y Finanzas

ANÁLISIS DE LA TOMA DE DECISIONES DE INVERSIÓN FRENTE A ALTERNATIVAS DE RIESGO EN LA COMPRA DE ACCIONES DESDE UN ENFOQUE NEURONAL EN LOS ESTUDIANTES DE PREGRADO EN FINANZAS DE LA CIUDAD DE MANIZALES

Resumen

La neurociencia se ha identificado como herramienta fundamental para la evaluación de toma de decisiones en la sociedad. Es necesario establecer la relación entre el nivel de riesgo y la activación neuronal al momento de la toma de decisiones de inversión en la compra de acciones. Por lo tanto, el objetivo del documento es analizar el comportamiento neuronal frente a procesos decisivos en la compra de acciones. En la realización; se hace uso de la tecnología usada en la neurociencia y las herramientas estadísticas. Los resultados permiten identificar limitantes en la condición humana frente a toma decisiones. Concediendo a los inversionistas la oportunidad de determinar las variables asociadas a sus procesos decisivos en la compra de acciones.

Palabras clave: Neurociencia, Neuroeconomía, Toma de Decisiones, Riesgo

Abstract

Neuroscience has been identified as a fundamental tool for the evaluation of decision making in society. It is necessary to establish the relationship between the level of risk and neuronal activation at the time of making investment decisions in the purchase of shares. Therefore, the objective of the document is to analyze the neuronal behavior in front of decisive processes in the purchase of shares. In the embodiment; use is made of the technology used in neuroscience and statistical tools. The results allow to identify limitations in the human condition when making decisions. Giving investors the opportunity to determine the variables associated with their decisive processes in the purchase of shares.

Keywords: Neuroscience, Neuroeconomics, Decision Making, Risk

Introducción

La aparición de una teoría que rebate los postulados sobre los mercados y su eficiencia materializada en la mezcla de la neurociencia y las finanzas, responde a la necesidad de crecimiento del mercado la cual puede ser subsanada cambiando la forma de tomar decisiones (Ramírez, 2010). Las acciones tomadas en las finanzas buscan la maximización de utilidades suponiendo que estas decisiones son racionales (Crisosto & Gutierrez, 2018). El uso de la neurociencia cognitiva permite evaluar el cerebro al momento de tomar decisiones; proporcionando así, una ventaja sustancial hacia la comprensión de la toma de decisiones (Trepel, Fox, & Poldrack, 2005).

Es así como se concibe la necesidad de establecer la relación entre el nivel de riesgo y la activación neuronal al momento de la toma de decisiones de inversión en la compra de acciones. Dado que (Kahneman & Tversky, 1979) distinguen en su teoría de la prospectiva las etapas de análisis y evaluación como mecanismo para realizar la selección de la perspectiva de mayor valor en la toma de decisión. (Mather, 2016) buscan la identificación de los procesos físicos y cognitivos en el cerebro que permiten reconocer las asunción de riesgos. Convirtiéndose en una necesidad determinar cómo los procesos neuronales median las conductas de decisión; siendo el objetivo primordial de los neurólogos la aplicación modernos métodos de su ciencia a las decisiones económicas (Trepel et al., 2005). Por lo tanto, la presente investigación pretende analizar la toma de decisiones de inversión frente a alternativas de riesgo en la compra de acciones desde un enfoque neuronal en los estudiantes de pregrado en finanzas de la ciudad de Manizales.

Por lo tanto, se deben desarrollar instrumentos para ayudar a la gente a tomar decisiones y evitar las preferencias emocionales ante el riesgo (Bossaerts, 2009). Actualmente los adelantos en la psicología y la neurociencia han tenido éxito en temas de gestión entre ellos economía y finanzas (McKiernan, 2017). La aparición de la neurociencia en el campo de investigación de la economía se ha convertido en un agente transformador lleno de

desafíos, debido a los patrones particulares de la sociedad (D'Angiulli, Lipina, & Olesinska, 2012).

Para el cumplimiento del objetivo de la presente investigación se realizó la búsqueda de las fuentes secundarias haciendo uso de la plataforma Tree of Science (TOS)¹. Así, teniendo los soportes bibliográficos se plantearon las hipótesis las cuales fueron contrastadas con un EMOTIV EPOC el cual realiza un electroencefalograma (EEG) y se ejecuta mediante la interfaz de una computadora, con una población seleccionada por conveniencia dados los costos y las dificultades asociadas al uso de esta herramienta. Obtenidos los resultados de este; aparte de la interpretación de las imágenes, se hizo uso de herramientas estadísticas para el análisis de la información. Identificando así las limitantes de la condición humana en la toma de decisiones.

En el documento se encontrará inicialmente con un marco conceptual el cual aborda los diferentes referentes teóricos alrededor del tema de investigación. Después muestra la parte metodológica, en la que se explica de manera detallada el desarrollo del trabajo investigativo. Finalmente, se presentan los resultados y se concluye sobre la relación entre el nivel de riesgo y la activación neuronal al momento de toma de decisiones de inversión en la compra de acciones.

¹ tos.manizales.unal.edu.co

Marco Conceptual

Toma de Decisiones

El debate sobre la toma de decisiones desde la economía y la psicología viene dado por (Kahneman & Tversky, 1979), quienes criticaron la teoría de la utilidad esperada como modelo para la toma de decisiones y presentaron un modelo alternativo llamado teoría prospectiva. En él exhiben dos efectos de los principios básicos de la teoría de la utilidad esperada los cuales son el “efecto certeza” y el “efecto aislamiento”, ambos conducentes a preferencias inconsistentes como las pérdidas seguras. La teoría propuesta, asigna un valor a las ganancias y las pérdidas por pesos de decisión contribuyendo así a la disminución del riesgo. Por la aversión al riesgo, los inversionistas prefieren las rentas fijas y dejan a un lado la posibilidad de mejorar beneficios con las rentas variables, dado que se puede presentar que los resultados reales no sean los esperados (Lawrence & Chad, 2012). Por su lado Trepel et al. (2005), identificaron la teoría de la prospectiva como un modelo conductual exitoso bajo situaciones de riesgo, partiendo de que las decisiones deben tomarse sin conocimiento previo de las consecuencias, presentando de esta manera estudios imagenológicos humanos sobre el comportamiento neuronal frente a los componentes de la teoría prospectiva. Permitiendo así, determinar el punto de partida para el estudio del cerebro al momento de tomar decisiones frente a situaciones de riesgo.

Los primeros pensadores en traer la teoría de la toma de decisiones fueron Pascal y Fermat quienes en el siglo XVII después de sentar las bases de la teoría de la probabilidad matemática, afirmaron que la mejor decisión es aquella que genere mayor valor (Trepel et al., 2005). La teoría de la utilidad esperada postula que las personas no son influenciadas y son racionales a la hora de tomar decisiones, permitiéndoles así llegar a la alternativa con mayor valor esperado (Ramírez, 2010). La percepción de valor influye en el proceso de decisión, este entrega atributos no sensoriales como salud, prestigio y riqueza (Kahneman & Tversky, 1979). Las personas de acuerdo con su identidad valoran las cosas por su perfil moral o económico dándole sentido abstracto a los procesos racionales ante la presencia de incertidumbre (Crisosto & Gutierrez, 2018) .

La toma de decisiones bajo incertidumbre, llevan a las personas a la búsqueda de la utilidad más alta, estas decisiones al mismo tiempo dependerán del riesgo que se tenga,

dado que la situación no permite estimar el grado de riesgo al que se enfrenta (Weber & Johnson, 2009) . En contraste, Sent, (2005) cita a Herbert Simon en su teoría “la racionalidad limitada” que frente a la imposibilidad de conocer todas las alternativas viables, cuando la persona encuentra una opción que se ajusta a su consideración previa, toma decisiones de forma parcialmente irracional a causa de limitaciones cognitivas, de información y de tiempo es decir que el individuo no conoce todas las alternativas. Dado que cuenta con una información acotada, en vez de pensar en maximizar, busca un nivel de satisfacción y no de optimización. Lo anterior no quiere decir que el individuo sea irracional, solo que de acuerdo con el contexto; este toma la mejor opción. (Preston, 2016).

Si un individuo, se ve relacionado con situaciones de mayor grado de complejidad, la conducta lo llevara tomar decisiones heurísticas, desconociendo la utilidad que puede recibir (Murphy, 2013). Existiendo pruebas de que las personas no están de acuerdo con las leyes de la probabilidad, dando paso a las contribuciones psicológicas que modifican las teorías racionales (Cortada De Kohan, 2008). De esta forma, los sujetos realizan la aplicación de modelos matemáticos y argumentales a los cuales llama métodos, elaborando juicios de sustento a la decisión llamado heurística el cual trae consigo elementos emocionales a través de intuiciones formadas con las experticias y creencias del mismo (Yáñez, 2013). Por lo anterior, se puede identificar que las decisiones no siempre se toman con una planeación y un proceso de análisis que conlleva a la elección de diferentes alternativas.

Para la toma de decisiones de inversión se requiere el suficiente conocimiento sobre el manejo del capital de trabajo; es decir, debe entender e interpretar cada uno de los movimientos corporativos que realiza, con el fin de comprender lo que posee y lo que le hace falta a la empresa para su debido funcionamiento (Capital & Petersen, 2016). Además se debe tener en cuenta el capital de trabajo con el que cuenta la empresa, activos, inventarios, el riesgo de la inversión, la tasa de retorno de la inversión entre otros. Los inversores que escogen carteras diversificadas tienen aversión al riesgo, y las personas con aversión al riesgo evitan los riesgos innecesarios, como el riesgo no sistemático de una acción (Francischetti, Bertassi, Girioli Camargo, Padoveze, & Calil, 2014). Cuando se habla de decisiones de inversión se debe tener en cuenta que siempre buscan una maximización del patrimonio por medio de las utilidades, frente a estas

decisiones se debe de tener en cuenta los costos y los beneficios que estos traerán sabiendo que no se producirán instantáneamente (Ruf, Krishnamurty, Brown, Janney, & Paul, 2001).

Riesgo

La incertidumbre sobre el futuro afecta a todos (Du & Xu, 2013). Los resultados pueden ser mejores o peores de lo esperado (Actuarial Standards Board, 2005). La posibilidad de resultados adversos es motivo de preocupación para las personas (Dennis et al., 2017). En respuesta a esos peligros que podrían causar daño o pérdida, los mecanismos han sido desarrollados para que permitan a las personas mitigar, al menos en parte, la situación financiera y los desfavorables efectos personales de los riesgos creados por estos peligros (United Nations Development Programme & European Commission Humanitarian Office, 2010).

Un análisis de series cronológicas de datos de confianza del consumidor, indicadores económicos y un análisis de contenido automatizado de la cobertura de periódicos económicos entre 1996 y 2012 confirma que la incertidumbre disminuye las expectativas (Baker, Bloom, & Davis, 2015). Los análisis han mostrado que la incertidumbre en las noticias económicas disminuye la confianza del consumidor, después de controlar la evolución económica real y el tono de las noticias (Lahiri & Zhao, 2016).

Históricamente se ha señalado que la amenaza es la causa de riesgo que crea aptitud dañina sobre personas y bienes (Yudowsky & Yudowsky, 2006). Los riesgos se han convertido en una parte integral de nuestra sociedad (Vasvári, 2015); así como las instituciones financieras han adquirido papel preponderante por ser quienes en últimas enfrentan el crédito, el mercado y el riesgo operacional (Laere & Baesens, 2009).

El término "Bolsa" tiene su origen en una propiedad de la familia de apellido Van Der Buërse, en la ciudad europea de Brujas, donde se realizaban encuentros y reuniones de carácter mercantil (Kaplan, 2009). En aquellos tiempos, por el volumen de las negociaciones, la importancia de esta familia y las transacciones que en ese local se efectuaban, la gente le dio el nombre al sitio y a la función de "Buërse", y por extensión en

todo el mundo se siguió denominando "bolsa" a los centros de transacciones de valores o de productos (Fleckner & Hopt, 2013).

La bolsa es un mercado de renta variable, es decir, los valores van cambiando tanto al alza como a la baja llevando consigo un riesgo (Yildiz, Karan, & Pirgaip, 2017). El riesgo se puede hacer menor si se mantienen títulos a lo largo del tiempo, con lo que la probabilidad de que la inversión sea rentable y segura es mayor (Lo & Wang, 2008). La rentabilidad financiera es el objetivo del inversor, básicamente intentando recuperar su dinero, pero con un valor agregado (Grabenwarter & Liechtenstein, 2011).

La noción de riesgo y gestión de riesgos se refiere principalmente a la evaluación de las probabilidades e impactos (M. Huber, 2002); estudia las dimensiones cognitivas y emocionales de las decisiones económicas (Fallis, 2013). Una revolución en la ciencia de la emoción ha surgido en las últimas décadas, con el potencial de crear un cambio de paradigma en el pensamiento sobre las teorías de decisión (Lerner, Li, Valdesolo, & Kassam, 2015).

Las diversas investigaciones han revelado que las emociones constituyen impulsores poderosos, penetrantes y predecibles para la toma de decisiones (Lerner et al., 2015). A través de diferentes dominios, las regularidades importantes aparecen en los mecanismos a través de los cuales las emociones influyen juicios y elecciones (Muramatsu & Hanoch, 2005).

El chartismo es un sistema de análisis y pronóstico bursátil, que forma parte del análisis técnico (Goldbaum, 2000). Se basa exclusivamente en el estudio de las figuras que dibujan las cotizaciones en un gráfico bursátil (chart) (University of Cambridge, 2011).

El chartismo, que se puede traducir como análisis gráfico, prescinde completamente del valor intrínseco que puede tener una empresa, de los beneficios de la misma, de las noticias, etc (Ahmed Soliman Wafi, 2015). Centra toda su atención en la cotización y en menor medida en el volumen de negociación (Davidsonr, 1998).

El objetivo del chartismo es determinar las tendencias de las cotizaciones, es decir, si se encuentran en fase con tendencia alcista o bajista (Bansal, 2010) e identifica los movimientos que realiza la curva de cotizaciones cuando cambia de tendencia, esto es, cuando pierde la fase alcista y pasa a bajista o viceversa (“MAGYARNEMZETIBANK Introduction to technical analysis: charts, opening and,” 2016).

Neuroeconomía

El cerebro da vida a la mente y es esta quien emite las señales que regulan el conocimiento, la personalidad, el estrés, entre otras (Bachrach, 2015). Una función clave de la corteza cerebral es su capacidad para formar y actuar sobre la información sensorial recibida de muchas fuentes (Richard Morris & Fillenz, 2003).

Los investigadores deben buscar la construcción de nuevos marcos conceptuales que propendan por la generación de resultados mediante las diferentes técnicas (Gutnik, Hakimzada, Yoskowitz, & Patel, 2006) pretendiendo la ampliación de los resultados de la neurociencia en la economía (Bossaerts & Murawski, 2015) conocida como “neurociencia de decisión” o “neuroeconomía” (Smith & Huettel, 2010), incluyendo la identificación de las variables neuronales que dan forma a la conducta de elección económica de las personas (Fehr & Rangel, 2011). Las tres variables más comunes son: valor, incertidumbre e interacciones sociales (Smith & Huettel, 2010).

Una pregunta clave dentro de la neurociencia de sistemas es cómo el cerebro traduce la estimulación física en una respuesta conductual: la toma de decisiones perceptuales (Wood, Joseph, & Solomon, 2008). Para responder a esta pregunta, es importante disociar la actividad neuronal que subyace a la codificación de la información sensorial de la actividad subyacente a la integración temporal posterior en una variable de decisión (Gold & Stocker, 2017).

Para evaluar de manera empírica dicha disociación los investigadores han utilizado el enfoque de magnetoencefalografía humana (Pizzella et al., 2014), utilizando un

localizador funcional para identificar la firma neuronal que refleja los procesos sensoriales específicos (Zhao et al., 2016), para posteriormente realizar el rastreo mientras las personas se involucran en una tarea de toma de decisiones perceptuales (Mostert, Kok, & De Lange, 2015).

Este enfoque arrojó resultados de disociación temporal en la que el procesamiento sensorial se limitó a una ventana temporal temprana y consistente con las áreas occipitales, mientras que el procesamiento relacionado con la decisión se volvió cada vez más pronunciado con el tiempo e involucró áreas parietales y frontales (Sun, Yu, & Wang, 2017). Se evidencia que el procesamiento sensorial refleja con precisión el estímulo físico (Haynes & Rees, 2005), independientemente de la decisión final, generándose a su vez una representación sensorial estable a lo largo del tiempo cuando es necesaria para una decisión posterior, pero inestable y variable a lo largo del tiempo cuando es irrelevante para la tarea (Pessoa, Kastner, & Ungerleider, 2003). Por el contrario, la actividad relacionada con la decisión mostró componentes sostenidos de larga duración (A. Huber, Lui, Duzzi, Pagnoni, & Porro, 2014).

Los estudios también han mostrado relación entre la dopamina con los estímulos en la asignación de valor de las recompensas (Berridge & Robinson, 1998), reconociendo que esta se puede encontrar sujeta de discusión sobre la contribución específica que hace al procesamiento de la recompensa (Smith & Huettel, 2010).

La activación del núcleo accumbens en el cuerpo estriado ventral (vSTR) evoca su activación en las recompensas monetarias (Smith, Rigney, & Delgado, 2016), las ganancias provocan la activación, diferente de las pérdidas (Delgado, Nystrom, Fissell, Noll, & Fiez, 2000). Es desde donde se debe hablar de la anticipación y la recepción de las recompensas mediante la activación prefrontal medular (Knutson & Greer, 2008).

Se puede decir que la incertidumbre provoca la activación de la dopamina a medida que si tiene mayor probabilidad de certeza (Schultz, 2015), identificando que la incertidumbre puede conducir a la actividad sostenida de las neuronas dopaminérgicas durante los períodos de anticipación (Smith & Huettel, 2010).

Las áreas clave involucradas en la toma de decisiones riesgosas incluyen la corteza prefrontal lateral y orbital, la corteza cingulada anterior, la corteza parietal posterior y la corteza insular (Huettel, Song, & McCarthy, 2005). La activación de la ínsula anterior representa una señal para un error de predicción de riesgo (Clark et al., 2008). Rastrea los cambios inesperados en el riesgo, en función de la información nueva o los resultados de la decisión (Galloway, Laimins, Division, & Hutchinson, 2016). Este resultado intrigante puede proporcionar un enlace importante a los estudios de neurociencia cognitiva sobre el papel de la corteza insular en el control cognitivo (Preuschoff, Quartz, & Bossaerts, 2008).

Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó la metodología usada en el grupo de investigación finanzas y marketing por (Duque Hurtado, 2014) el cual implementó una estructura la cual fue aprobada por la comunidad académica en su trabajo de maestría. La investigación corresponde a una metodología experimental, la cual es propuesta inicialmente por el psicólogo John Dewey, quien aplicó el pragmatismo a las ciencias sociales, empleando una estricta relación entre la práctica y la experiencia; como objetivo principal de esta metodología se plantea la búsqueda de explicaciones causales de los fenómenos, ya que es hipotética deductiva (Dewey, 1995; Duque Hurtado, 2014).

Se implementará un muestreo por conveniencia el cual pertenece al grupo de muestreo no probabilístico que permite al investigador seleccionar los casos disponibles; Este tipo de muestreo resulta ser más útil al realizar una investigación de tipo social, y permite su posterior comparación con individuos semejantes (Alaminos Chica, Castejón, & Serie, 2006)

Definición de población

Para el desarrollo del trabajo se requiere estudiar grupos homogéneos con conocimientos similares en los temas del desarrollo investigativo de manera tal que los contrastes entre los grupos control y experimental no tengan discrepancias entre sí tal como lo exige la metodología.

Por lo anterior se buscarán estudiantes universitarios de la ciudad de Manizales que se encuentren estudiando el pregrado de Finanzas, con edades entre los 20 años y los 30 años, que se encuentren cursando semestres superiores a séptimo (7) y hallan visto materias relacionadas con riesgos financieros y mercados.

El experimento se realizará con una población de 20 personas las cuales serán separadas en dos grupos, grupo control y grupo experimental. A fin de contribuir con la imparcialidad del estudio, las personas seleccionadas para ambos grupos serán escogidas al azar. Tal como se citó, la muestra será realizada por conveniencia dado los costos que el tipo de investigación trae consigo. Diversas investigaciones realizadas en diferentes instancias, permiten corroborar que es viable el desarrollo de este tipo de investigaciones, entre ellas se puede mencionar la de (Duque Hurtado, 2014; Kuhnen & Knutson, 2005; Mesa, 2017).

Para el desarrollo del presente trabajo, se analizará la toma de decisiones de inversión frente a alternativas de riesgo en la compra de acciones de las empresas con más actividad en la bolsa del país. La línea de tiempo usada será del movimiento del mes de marzo del año 2018, la cual nos arrojará la chart respectiva para cumplir con el objetivo del estudio. Para lo anterior se presenta (tabla 1) de selección de acciones.

Tabla 1

ORDEN	EMPRESAS	MOVIMIENTO EN MILLONES DE PESOS
1	ECOPETROL S.A.	124.583.584,91
2	BANCOLOMBIA S.A.	32.695.549,54
3	GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.	27.739.866,36
4	BANCO DE BOGOTA S.A.	22.692.718,05
5	GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA	22.146.904,13
6	EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA S.A.	18.729.601,20

	E.S.P.	
7	INTERCONEXION ELECTRICA S.A. E.S.P.	16.482.247,08
8	GRUPO ARGOS S.A.	16.235.939,58
9	CEMENTOS ARGOS S.A.	12.907.563,56
10	GRUPO NUTRESA S.A	12.202.474,12

Elaboración propia tomado de (“Bolsa de Valores de Colombia,” n.d.)

En la (tabla 1) se muestran las 10 acciones mas comercializadas en la bolsa de valores de Colombia, pero para el desarrollo del trabajo, se tomarán las primeras 5 acciones mas comercializadas en la citada bolsa con el fin de estimular mas la población de estudio dado el movimiento que estas tienen. A continuación, se presenta tabla identificando dichas acciones.

Tabla 2

ORDEN	EMPRESAS	MOVIMIENTO EN MILLONES DE PESOS
1	ECOPETROL S.A.	124.583.584,91
2	BANCOLOMBIA S.A.	32.695.549,54
3	GRUPO AVAL ACCIONES Y VALORES S.A.	27.739.866,36
4	BANCO DE BOGOTA S.A.	22.692.718,05
5	GRUPO INVERSIONES SURAMERICANA	22.146.904,13

Elaboración propia tomado de (“Bolsa de Valores de Colombia,” n.d.)

Estructura experimental

De acuerdo con la hipótesis de que las decisiones de inversión frente a alternativas de riesgo generarán en las personas activaciones neuronales de tipo gama y alfa específicamente en los lóbulos frontal, temporal y occipital, se buscan y se presentan imágenes a las personas de comportamiento bursátil como lo es el precio de cierre de las acciones, las cuales los llevan a la toma de decisiones. Para la creación de las imágenes y de acuerdo con el planteamiento metodológico se tomo la siguiente ruta para la obtención de información del mercado de acciones citado en la (tabla 2).

Se ingresó a la página www.grupoaval.com, posteriormente se ingreso al link “portal financiero”, después se dio clic en el link de “renta variable” el cual arrojó un desplegable sobre el tipo de acciones a consultar, allí se dio clic en “acciones bolsa de Colombia” y posterior a ello se dio clic en “datos históricos”. una vez arrojadas las acciones, se seleccionaron las 5 acciones citadas en la tabla 2, a cada una le fue seleccionada el rango de tiempo del mes de marzo del año 2018.

El uso de herramientas fMRI identifica la actividad neuronal, permitiendo de esta manera predecir la toma de decisiones financieras (Kuhnen & Knutson, 2005). El rigor de las pruebas hace que los estudios sean acertados en el momento de su evaluación, por tanto para evitar contaminación en la aplicación de estas se usaran otros elementos que no permitirán la influencia del evaluador en el proceso de toma de decisión. Permitiendo tener confianza de la información que se obtiene, generando mejores resultados (Duque Hurtado, 2014).

Emotive epoc

emotiv epoc es un electro encefalógrafo (EEG) inalámbrico de 14 canales, diseñado para investigación contextualizada y aplicaciones avanzadas de interfaz de computadora cerebral (BCI). el epoc proporciona acceso a matriz densa, alta calidad, datos de EEG sin procesar usando software basado en suscripción, EmotivPRO.

Señales 14 canales: AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4

Referencias: en la configuración de cancelación de ruido CMS / DRL ubicaciones P3 / P4

Resolución de señal

Método de muestreo: muestreo secuencial. Solo ADC

Velocidad de muestreo: 128 SPS o 256 SPS * (2048 Hz interno)

Resolución: 14 bits 1 LSB = 0.51 μ V (ADC de 16 bits, piso de ruido instrumental de 2 bits descartado) o 16 bits

Ancho de banda: 0.2 - 43Hz, filtros digitales de muesca a 50Hz y 60Hz

Filtrado: construido en filtro digital Sinc de 5º orden

Rango dinámico (entrada referida): 8400 μ V (pp)

Modo de acoplamiento: AC acoplado

Conectividad

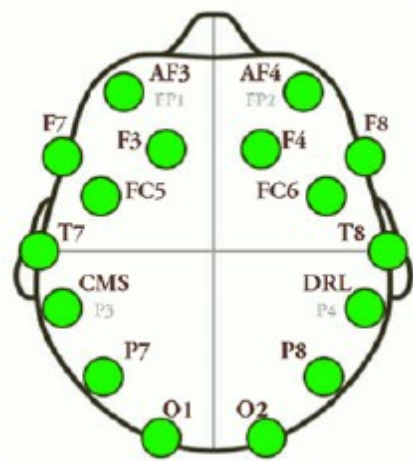
Inalámbrico: Bluetooth® Smart

Inalámbrico patentado: banda de 2,4 GHz

Poder

Batería: batería interna de polímero de litio 640mAh

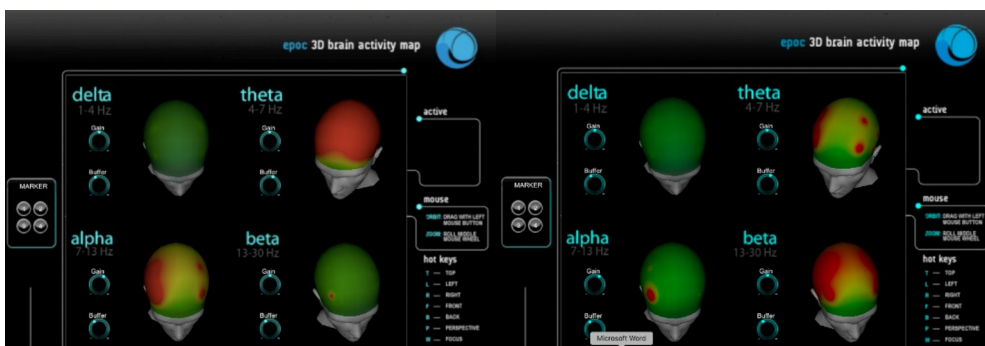
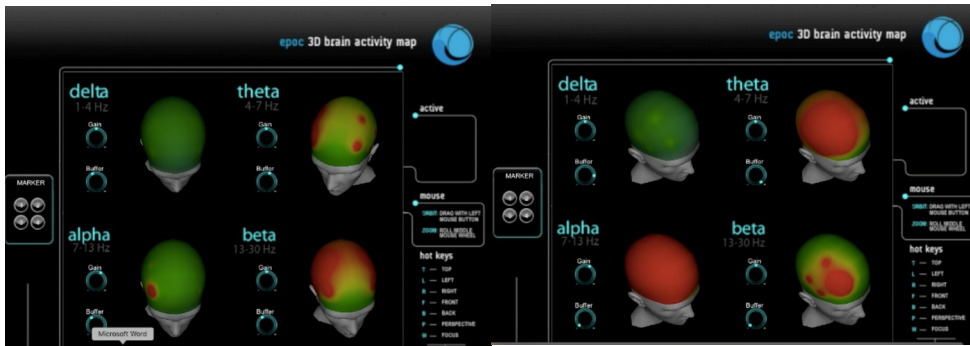
Duración de la batería: hasta 12 horas con un cable de conexión exclusivo, hasta 6 horas con Bluetooth® Smart



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/The-Emotiv-EPOC-and-the-electrodes-location_fig1_284031383.

Resultados

En las siguientes imágenes se relacionan los resultados de las lecturas entregadas por el emotiv de uno de los sujetos sometidos a las pruebas, las imágenes mostradas tuvieron comportamientos repetitivos por lo que no serán mostradas en su totalidad. De aquí se analizarán los resultados.



De acuerdo con el resumen de imágenes presentado se puede identificar una permanente activación de las Theta, Alpha y Beta, las ondas Delta no presentaron activación durante el ejercicio realizado.

La activación de las ondas Theta representa estados de meditación profundos, soñar despierto y tareas automáticas, Alpha estado de alerta relajado, estados de descanso y meditación y vigilia, Beta estado de alerta, compromiso mental y procesamiento consciente de la información. Permittiéndonos de esta manera identificar el estado de los sujetos fe a la prueba.

En las imágenes se identifica una activación del lóbulo frontal quien se encarga de las funciones relacionadas con el movimiento ocular, la toma de decisiones. También hay activaciones en el lóbulo parietal, el se asocia con estímulos semánticos, cargas emocionales. El lóbulo temporal también presenta activación, lo que permite identificar las asociaciones de la memoria a largo plazo, traduce los estímulos y las tendencias gráficas

en contenidos operables. mostrando así niveles de consciencia e inconsciencia en la toma de decisiones de los sujetos.

Conclusiones

Se puede identificar en las imágenes las activaciones de estados emocionales y racionales al momento de la toma de decisiones, lo que permite inferir que el análisis no se da en niveles de conciencia si no en estados intermedios en los cuales el cerebro genera reacciones de manera automatizada.

Se consolida la heurística en los procesos decisionales de los sujetos dada las permanentes activaciones emocionales ante el comportamiento de las acciones, las justificaciones emocionales ante los eventos que en teoría ha debido ser estrictamente racionales.

La generación de los resultados se debe claramente a los estímulos visuales entregados a los sujetos en los que los comportamientos acciones estimulaban los estados de conciencia e inconciencia, identificando los impactos que genera la emotividad de ganancia y perdida.

REFERENCIA

Actuarial Standards Board. (2005). Risk Classification (for All Practice Areas). Actuarial Standard of Practice No. 12, 2011(12), 18.

Ahmed Soliman Wafi. (2015). Profitability of Technical Analysis Rules in Emerging and Developed Markets: Review. China-USA Business Review, 14(10).

<https://doi.org/10.17265/1537-1514/2015.10.002>

Alaminos Chica, A., Castejón, J. L., & Serie, C. (2006). Elaboración, Análisis E Interpretación De Encuestas, Cuestionarios Y Escalas De Opinión. Universidad Alicante (Vol. 1). Retrieved from

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20331/1/Elaboración, análisis e interpretación.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20331/1/Elaboración,_análisis_e_interpretación.pdf)

Bachrach, E. (2015). Agilmente.

Baker, S. R., Bloom, N., & Davis, S. J. (2015). Measuring Economic Policy Uncertainty.

- NBER Working Paper Series, October, 1–75. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Bansal, P. H. (2010). Management Concepts and Organizational Behaviour, 1–720.
- Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (1998). What is the role of dopamine in reward: Hedonics, learning, or incentive salience? *Brain Research Reviews*, 28, 308–67. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00019-8](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00019-8)
- Bolsa de Valores de Colombia. (n.d.). Retrieved April 21, 2018, from <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Empresas/Ranking+por+Capitalizaci3n+Burs3til>
- Bossaerts, P. (2009). What Decision Neuroscience Teaches Us About Financial Decision Making. *Annual Review of Financial Economics*, 1(1), 383–404. <https://doi.org/10.1146/annurev.financial.102708.141514>
- Bossaerts, P., & Murawski, C. (2015). From behavioural economics to neuroeconomics to decision neuroscience: the ascent of biology in research on human decision making. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 5, 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.07.001>
- Capital, W., & Petersen, B. C. (2016). Working Capital and Fixed Investment: New Evidence on Financing Constraints Author (s): Steven M . Fazzari and Bruce C . Petersen Published by : Wiley on behalf of RAND Corporation Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2555961> Accessed : 21-03-2016 , 24(3), 328–342.
- Clark, L., Bechara, A., Damasio, H., Aitken, M. R. F., Sahakian, B. J., & Robbins, T. W. (2008). Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain*, 131(5), 1311–1322. <https://doi.org/10.1093/brain/awn066>
- Cortada De Kohan, N. (2008). Los sesgos cognitivos en la toma de decisiones. *International Journal Of Psychological Research*, 1(1), 68–73. Retrieved from <http://mvint.usbmed.edu.co:8002/ojs/index.php/web/article/view/415%5Cnhttp://mvint.usbmed.edu.co:8002/ojs/index.php/web/article/download/415/406%5Cnhttp://mvint.usbmed.edu.co:8002/ojs/index.php/web/article/viewArticle/415>
- Crisosto, S. F., & Gutierrez, J. M. (2018). Las Finanzas Conductuales y su Relaci3n con las decisiones de Financiamiento en las Empresas de Tacna, 2017. Escuela de Postgrado Neumann Business School. Retrieved from <http://repositorio.neumann.edu.pe/handle/NEUMANN/146>
- D'Angiulli, A., Lipina, S. J., & Olesinska, A. (2012). Explicit and implicit issues in the

- developmental cognitive neuroscience of social inequality. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00254>
- Davidson, P. (1998). *Volatile Financial Markets and the Speculator*, 3(1997).
- Delgado, M. R., Nystrom, L. E., Fissell, C., Noll, D. C., & Fiez, J. A. (2000). Tracking the Hemodynamic Responses to Reward and Punishment in the Striatum. *Journal of Neurophysiology*, 84(6), 3072–3077. <https://doi.org/10.1152/jn.2000.84.6.3072>
- Dennis, M., Shine, L., John, A., Marchant, A., McGregor, J., Lyons, R. A., & Brophy, S. (2017). Risk of Adverse Outcomes for Older People with Dementia Prescribed Antipsychotic Medication: A Population Based e-Cohort Study. *Neurology and Therapy*, 6(1), 57–77. <https://doi.org/10.1007/s40120-016-0060-6>
- Dewey, J. (1995). La concepción democrática en la educación. *Democracia y educación*.
- Du, X., & Xu, J. (2013). When uncertainty meets life : The effect of animacy on probability expression, 8(4), 425–438.
- Duque Hurtado, P. L. (2014). Neuromarketing una herramienta validadora en la toma de decisiones en mercadeo visual-auditivo, 63. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/40204/>
- Fallis, A. . (2013). Emotions and Decision Making. *Annual Review of Psychology*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fehr, E., & Rangel, A. (2011). Neuroeconomic Foundations of Economic Choice—Recent Advances. *Journal of Economic Perspectives*, 25(4), 3–30. <https://doi.org/10.1257/jep.25.4.3>
- Fleckner, A. M., & Hopt, K. J. (2013). Stock Exchange Law: Concept, History, Challenges. *Virginia Law & Business Review*, 7(14), 513–559.
- Francischetti, C. E., Bertassi, L. A., Girioli Camargo, L. S., Padoveze, L. C., & Calil, J. F. (2014). El Análisis De Riesgos Como Herramienta Para La Toma De Decisiones Relativas a Inversiones, 17(33), 73–85.
- Galloway, D. A., Laimins, L. A., Division, B., & Hutchinson, F. (2016). HHS Public Access, 79(1), 87–92. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2015.09.001>. Human
- Gold, J. I., & Stocker, A. A. (2017). Visual Decision-Making in an Uncertain and Dynamic World. *Annual Review of Vision Science*, 3(1), 227–250. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-111815-114511>
- Goldbaum, D. (2000). Technical Analysis, Price Trends, and Bubbles. *Sixth International Conference on Computing in Economics and Finance*, (July), 1–32.
- Grabenwarter, U., & Liechtenstein, H. (2011). In Search of Gamma - An Unconventional

- Perspective on Impact Investing. SSRN Electronic Journal.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2120040>
- Gutnik, L. A., Hakimzada, A. F., Yoskowitz, N. A., & Patel, V. L. (2006). The role of emotion in decision-making: A cognitive neuroeconomic approach towards understanding sexual risk behavior. *Journal of Biomedical Informatics*, 39(6), 720–736. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2006.03.002>
- Haynes, J. D., & Rees, G. (2005). Predicting the stream of consciousness from activity in human visual cortex. *Current Biology*, 15(14), 1301–1307.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2005.06.026>
- Huber, A., Lui, F., Duzzi, D., Pagnoni, G., & Porro, C. A. (2014). Structural and functional cerebral correlates of hypnotic suggestibility. *PLoS ONE*, 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093187>
- Huber, M. (2002). Conceptualising Insurance: risk management under conditions of solvency.
- Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (2005). Decisions under Uncertainty: Probabilistic Context Influences Activation of Prefrontal and Parietal Cortices. *Journal of Neuroscience*, 25(13), 3304–3311. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5070-04.2005>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Kaplan, P. D. (2009). The History and Economics of Stock Market Crashes. Research Foundation Publications, 132–169.
- Knutson, B., & Greer, S. M. (2008). Anticipatory affect: neural correlates and consequences for choice. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1511), 3771–3786. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0155>
- Kuhnen, C. M., & Knutson, B. (2005). The neural basis of financial risk taking. *Neuron*, 47(5), 763–770. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.08.008>
- Laere, E. Van, & Baesens, B. (2009). No Title, (May).
- Lahiri, K., & Zhao, Y. (2016). Department of Economics Working Paper Series
Determinants of Consumer Sentiment over Business Cycles: Evidence from the U . S . Surveys of Consumers.
- Lawrence, G., & Chad, Z. (2012). Prinprios de administración financiera. *Saudi Med J* (Vol. 12). <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Lerner, J. S., Li, Y., Valdesolo, P., & Kassam, K. S. (2015). Emotion and Decision Making.

- Annual Review of Psychology, 66(1), 799–823. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115043>
- Lo, A. W., & Wang, J. (2008). MIT Sloan Finance Problems and Solutions Collection Finance Theory I, 2008.
- MAGYAR NEMZETI BANK Introduction to technical analysis: charts , opening and (2016), (8).
- Mather, M. (2016). The Affective Neuroscience of Aging. Annual Review of Psychology, 67(1), 213–238. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122414-033540>
- McKiernan, P. (2017). Prospective thinking; scenario planning meets neuroscience. Technological Forecasting and Social Change, 124, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.10.069>
- Mesa, J. C. C. (2017). Neuromarketing para decisiones de inversión: Toma de decisiones de inversión soportado en Neuromarketing soportado en Neuromarketing. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/61569/>
- Mostert, P., Kok, P., & De Lange, F. P. (2015). Dissociating sensory from decision processes in human perceptual decision making. Scientific Reports, 5(November), 1–13. <https://doi.org/10.1038/srep18253>
- Muramatsu, R., & Hanoch, Y. (2005). Emotions as a mechanism for boundedly rational agents: The fast and frugal way. Journal of Economic Psychology, 26(2), 201–221. <https://doi.org/10.1016/j.joep.2004.03.001>
- Murphy, D. S. (2013). Las decisiones de los inversionistas a través del lente de la economía del comportamiento. Contabilidad y Negocios, 15(8), 5–14. Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5038284>
- Pessoa, L., Kastner, S., & Ungerleider, L. G. (2003). Neuroimaging studies of attention: from modulation of sensory processing to top-down control. The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience, 23(10), 3990–3998. <https://doi.org/23/10/3990> [pii]
- Pizzella, V., Marzetti, L., Penna, S. Della, De Pasquale, F., Zappasodi, F., & Romani, G. L. (2014). Magnetoencephalography in the study of brain dynamics. Functional Neurology, 29(4), 241–253. <https://doi.org/10.11138/FNeur/2014.29.4.241>
- Preston, A. E. (2016). Women in the White-Collar Nonprofit Sector: The Best Option or the Only Option? Author (s): Anne E . Preston Source : The Review of Economics and Statistics , Vol . 72 , No . 4 (Nov . , 1990), pp . 560-568 Published by : The MIT Press Stable URL : [ht, 72\(4\), 560–568.](http://doi.org/10.2307/2326484)

- Preuschoff, K., Quartz, S. R., & Bossaerts, P. (2008). Human Insula Activation Reflects Risk Prediction Errors As Well As Risk. *Journal of Neuroscience*, 28(11), 2745–2752. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4286-07.2008>
- Ramírez, M. H. (2010). Neurofinanzas : Cuando Las Decisiones Financieras No Son Racionales, 4, 21–30.
- Richard Morris, & Fillenz, M. (2003). *Neuroscience: the Science of the Brain*, 1–71.
- Ruf, B. M., Krishnamurty, M., Brown, R. M., Janney, J. J., & Paul, K. (2001). An empirical investigation of the relationship between change in corporate social performance and financial performance: a stakeholder theory perspective. *Journal of Business Ethics*, 32, 143–156. <https://doi.org/10.1023/A:1010786912118>
- Schultz, W. (2015). Basic Research. *Clinical Oral Implants Research*, 26, 42–42. https://doi.org/10.1111/clr.41_12679
- Sent, E.-M. (2005). Simplifying Herbert Simon. *History of Political Economy*, 37(2), 227–232. <https://doi.org/10.1215/00182702-37-2-227>
- Smith, D. V., & Huettel, S. A. (2010). Decision neuroscience: neuroeconomics. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(6), 854–871. <https://doi.org/10.1002/wcs.73>
- Smith, D. V., Rigney, A. E., & Delgado, M. R. (2016). Distinct Reward Properties are Encoded via Corticostriatal Interactions. *Scientific Reports*, 6(February), 1–12. <https://doi.org/10.1038/srep20093>
- Sun, S., Yu, R., & Wang, S. (2017). A Neural Signature Encoding Decisions under Perceptual Ambiguity. *Eneuro*, 4(6), ENEURO.0235-17.2017. <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0235-17.2017>
- Trepel, C., Fox, C. R., & Poldrack, R. A. (2005). Prospect theory on the brain? Toward a cognitive neuroscience of decision under risk. *Cognitive Brain Research*, 23(1), 34–50. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2005.01.016>
- United Nations Development Programme, & European Commission Humanitarian Office. (2010). Community-based best practices for disaster risk reduction, 1–119.
- University of Cambridge. (2011). *Technical Analysis. TA - Book*, 103–105.
- Vasvári, T. (2015). Risk, Risk Perception, Risk Management - a Review of the Literature. *Public Finance Quarterly (0031-496X)*, 60(1), 29–48.
- Weber, E. U., & Johnson, E. J. (2009). Decisions under uncertainty. *Neuroeconomics: Decision Making and the Brain*, 127–144. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374176-9.00010-5>

- Wood, N. T., Joseph, S., & Solomon, M. R. (2008). Is Beauty Only Screen Deep? Perceptions of Avatars in Computer-Mediated Environments. *Advances in Consumer Research*, 35, 84–88.
- Yáñez, P. A. (2013). Influencia de las emociones en la toma de decisiones organizacionales. Retrieved from <http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/3185>
- Yildiz, Y., Karan, M. B., & Pirgaip, B. (2017). Market reaction to grouping equities in stock markets: An empirical analysis on Borsa Istanbul. *Borsa Istanbul Review*, 17(4), 216–227. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2017.08.001>
- Yudowsky, E., & Yudowsky, E. (2006). Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk. *Artificial Intelligence*, 1–42. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- Zhao, Y., Wang, F., Zhang, X., Zhang, S., Guo, S., Zhu, G., ... Li, M. (2016). Transcriptome and expression patterns of chemosensory genes in antennae of the parasitoid wasp *Chouioia cunea*. *PLoS ONE*, 11(2), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148159>