



UNIVERSIDAD DE CHILE  
Facultad de Ciencias Sociales  
Escuela de Postgrado  
Programa de Doctorado en Psicología

# **EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS MODALIDADES DE DIRECCIONAMIENTO DE LA ATENCIÓN DE FORMA ENCUBIERTA Y MANIFIESTA: UN ESTUDIO CONDUCTUAL Y DE POTENCIALES RELACIONADOS A EVENTO**

**Tesis para optar al grado de Doctor en Psicología**

**NELSON RODRIGO ORTEGA JIMÉNEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. RONALD BETANCOURT**

**CO-DIRECTOR DE TESIS: DR. FRANCISCO ABOITIZ**

**Santiago, 2014**

## **RESUMEN**

En la vida cotidiana uno suele dirigir la mirada hacia lo que atiende (atención manifiesta), pero diversos estudios han demostrado que se puede atender a algo sin mirarlo directamente (atención encubierta). Existe consenso respecto a una estrecha relación entre estas dos formas de dirigir la atención, pero la naturaleza de esta relación continúa siendo materia de debate. Hasta ahora la mayoría de los estudios que comparan estas modalidades se han enfocado en determinar si estas comparten o no un mecanismo neural único. El objetivo del presente estudio es comparar estas modalidades atencionales en situaciones complejas que involucran la capacidad de dirigir la atención guiada por claves espaciales, la capacidad de dividir la atención entre estímulos presentados en distintas localizaciones simultáneamente y la capacidad de atender a estímulos presentados a distintos grados de excentricidad. Los resultados obtenidos mostraron mayores tiempos de reacción para la modalidad manifiesta y un desempeño más pobre en la modalidad encubierta, especialmente frente a los estímulos periféricos. Electrofisiológicamente, se observaron diferencias de amplitud en los componentes evocados por las claves espaciales y por los estímulos objetivo, con mayores amplitudes para la modalidad manifiesta. Estos resultados sugieren que estas modalidades cumplen funciones distintas y son complementarias.

## 1.- INTRODUCCIÓN

El estudio de las bases neurobiológicas de la atención ha mostrado su mayor apogeo en las últimas décadas (Carrasco, 2011). Este desarrollo se explica en parte por la introducción y el refinamiento de metodologías no invasivas que permiten estudiar el operar del Sistema Nervioso en seres humanos durante la ejecución de diferentes tareas cognitivas. Entre estas metodologías destacan las técnicas de neuroimágenes como la Resonancia Magnética Funcional (fMRI, del inglés “Functional Magnetic Resonance Imaging”) y la Tomografía por Emisión de Positrones (PET, por sus siglas en inglés) que permiten evaluar la actividad de distintas áreas cerebrales con una resolución espacial en el orden de los milímetros. Otra herramienta metodológica a destacar, es la técnica derivada del Electroencefalograma conocida como Potenciales Relacionados a Evento (ERP, del inglés “Event Related Potential”), la cual se caracteriza por su gran resolución temporal, del orden de los milisegundos. Esta técnica permite la obtención de deflexiones características de las ondas cerebrales, denominadas comúnmente como componentes, que pueden ser utilizados como marcadores electrofisiológicos de la actividad cerebral asociada a distintos eventos o etapas del procesamiento sensorial, perceptual y cognitivo (Luck, 2005, pp. 21-27). De la misma forma, el avance tecnológico en la computación ha facilitado el registro más preciso de respuestas conductuales como los tiempos de reacción y los movimientos oculares, entre otros. Por último, pero no menos importante, es el conocimiento aportado por los estudios en modelos animales y de pacientes con diversas patologías o lesiones del Sistema Nervioso.

Uno de las características más importantes de la atención selectiva es su capacidad limitada, la cual se ha demostrado en estudios conductuales que reportan un deterioro en la ejecución de variadas tareas en la medida que se incrementa la cantidad de estímulos a atender o se realizan tareas simultáneas (Moray, 1967; Navon & Gopher, 1979). Además, existe evidencia fisiológica de que el cerebro posee una capacidad de procesamiento limitada en un tiempo dado, diversas observaciones han mostrado que la actividad neural representa un gran porcentaje del metabolismo cerebral, lo cual sumado a que la disponibilidad de energía en el cerebro es relativamente constante, lleva a concluir que la actividad de las áreas cerebrales relacionadas al procesamiento atencional no pueden exceder el monto de energía disponible para funcionamiento cerebral (Lennie, 2003). Dada esta capacidad limitada de procesamiento, se ha utilizado la

metáfora de “recursos atencionales” para hacer referencia a como se distribuye la atención entre estímulos o tareas simultáneas. Además, se ha establecido una relación directa entre la cantidad de recursos atencionales utilizados y la dificultad de la tarea asignada, donde a mayor dificultad de la tarea aumenta la demanda de recursos atencionales necesarios para cumplir esta tarea. Existen otros factores que pueden incidir en la cantidad de recursos atencionales disponibles como el nivel de arousal, la motivación y el nivel de entrenamiento en la tarea asignada (Kahneman, 1973, pp. 7-11; Norman & Bobrow, 1975).

En esta misma línea, se ha establecido una distinción entre los procesos limitados por los recursos disponibles y los procesos limitados por los datos disponibles. En el primer caso, el desempeño en una tarea dependería directamente de la cantidad de recursos atencionales asignados a la tarea, si se asignan mayores recursos a la tarea el rendimiento debería mejorar y si se asignan menos recursos (Por Ej., por la ejecución de otra tarea simultánea) el desempeño debería verse afectado. A diferencia, los procesos limitados por los datos disponibles se relacionan con la calidad de los datos entregados para la ejecución de una tarea, donde la resolución de la tarea requiere de discriminaciones sensoriales complejas como la detección de una señal débil en un ambiente ruidoso o la detección de un estímulo cercano al umbral de discriminación sensorial. Estos últimos procesos son independientes de los recursos atencionales disponibles, lo cual implica que un aumento de los recursos atencionales asignados no tendrían efectos en el desempeño conductual (Norman & Bobrow, 1975).

En la literatura se han descrito una serie de paradigmas experimentales que establecen una relación directa entre el aumento en la dificultad de una tarea y una mayor demanda de recursos atencionales. Entre estos destacan las tareas de búsqueda visual, donde en términos generales se instruye a los sujetos a buscar un estímulo específico entre un número mayor de estímulos distractores (Treisman & Gelade, 1980). Un aspecto clave en este tipo de tareas es el grado de similitud entre el estímulo a encontrar (estímulo objetivo) y los estímulos distractores. Cuando el estímulo objetivo es claramente distinguible de los estímulos distractores (Por Ej. Un disco rojo entre discos verdes), el estímulo objetivo “sobresale” del resto y la tarea resulta fácil de resolver sin importar el número de estímulos distractores, el tiempo de exposición de los estímulos, o el nivel de entrenamiento en la tarea. En cambio, cuando la similitud de los estímulos es mayor (Por

Ej., buscar una letra entre otras letras) factores como los recién mencionados y otros cobran relevancia elevando el nivel de dificultad de la tarea lo que se ve reflejado en mayores tiempos de reacción y un peor rendimiento (Duncan & Humphreys, 1989).

Otros diseños experimentales, como las tareas de atención dividida han mostrado evidencias contradictorias en términos de su demanda de recursos atencionales. Estas contradicciones han sido producto, en parte, a que el concepto de atención dividida se utiliza tanto en los diseños experimentales donde el sujeto debe atender a dos tareas simultáneas, así como también en los diseños donde la tarea a atender implica dividir la atención entre áreas espaciales no contiguas del campo visual. En el primer caso, existen evidencias que cuando las tareas simultáneas comparten recursos atencionales la demanda atencional aumenta afectando el desempeño de ambas tareas (Duncan, 1979; Pashler, 1989). En el segundo caso, se ha observado en estudios de atención encubierta que es posible atender a localizaciones no contiguas del espacio sin que esto signifique una mayor demanda de recursos atencionales o un deterioro en el desempeño conductual (Awh & Pashler, 2000; Bichot, Cave, & Pashler, 1999).

A partir de la década de los años sesentas del siglo pasado hasta el presente, se han descrito una serie de ondas cerebrales o componentes, que han sido asociados de forma directa o indirectamente al procesamiento atencional. Los componentes P1 80-130 ms (ms: Milisegundos) y N1 140-200 ms, se han caracterizado por exhibir una mayor amplitud en áreas donde se focalizaba la atención en comparación con las áreas que debían ser ignoradas (Eason, Harter, & White, 1969). Los incrementos en la amplitud de estos componentes han sido replicados por un gran número de estudios posteriores, tanto cuando la atención es dirigida intencionalmente hacia un área, como cuando es capturada de manera refleja por la ocurrencia de un estímulo novedoso (Hillyard & Anllo-Vento, 1998; Luck, Woodman, & Vogel, 2000; Talsma, Mulckhuyse, Slagter, & Theeuwes, 2007). Estas observaciones apoyan la hipótesis donde se postula que la modulación de los componentes tempranos P1-N1 sería el reflejo de la amplificación selectiva de información sensorial visual en etapas tempranas de procesamiento. Además, se han descritos componentes más tardíos como el SN (del inglés, Selection Negativity) 180-300 ms, el cual ha sido asociado a la selección atencional espacial (Hillyard & Anllo-Vento, 1998) y el componente P2 150-300 ms, que ha sido relacionado con la capacidad de discriminar las características que diferencian los estímulos a atender de los distractores (Luck & Hillyard, 1994).

Otros componentes que han sido asociados directamente con el procesamiento atencional, son los componentes lateralizados los cuales se obtienen al comparar la actividad evocada en las regiones ipsi y contralaterales a la localización atendida. Entre estos se encuentran el componente EDAN (del inglés, Early Directing Attention Negativity), el cual se observa en tareas donde una clave visual (usualmente una flecha) señala la aparición de un estímulo a atender, su latencia varía entre los 200-400 ms después de la aparición de las claves y su amplitud máxima se produce en regiones posteriores contralaterales al área señalizada, este componente es seguido por otro componente denominado ADAN (del inglés, Anterior Directing Attention Negativity), con una latencia entre los 300-500 ms y una amplitud máxima sobre regiones frontales. En algunos casos estos componentes son seguidos por un tercer componente conocido como LDAP (del inglés, Late Directing Attention Positivity), esta positividad muestra una latencia entre los 400-500 ms y una amplitud máxima sobre regiones posteriores contralaterales a la localización a atender. Estos componentes han sido asociados con distintas etapas de direccionamiento atencional que ocurren entre la aparición de una clave atencional y la posterior aparición de los estímulos objetivo (Harter, Miller, Price, LaLonde, & Keyes, 1989; Hopf & Mangun, 2000).

De la misma forma, se han descritos algunas familias de componentes (componentes que comparten características y orígenes similares) que si bien no son indicadores específicos o exclusivos del procesamiento atencional, sus amplitudes y latencias pueden ser moduladas por factores atencionales (Ruchkin, Johnson, Mahaffey, & Sutton, 1988; Wright, Geffen, & Geffen, 1995). Una familia de componentes positivos tardíos entre los que se encuentran los componentes P3, PP3 (P3 posterior) y LPC (del Inglés, Late Positive Component) han sido asociados con procesos cognitivos como la actualización de contexto en memoria de trabajo (Polich, 2007). Además, estos componentes han sido interpretados como la expresión de la comparación entre las expectativas del sujeto y el resultado del procesamiento sensorial, así como los procesos de cierre resultantes del tal comparación, los cuales pueden ser influidos por aspectos atencionales (Kotchoubey, 2006). Otra familia de potenciales negativos entre los que se encuentran el CNV (del inglés, Contingent Negative Variation) y el Nfc (Negatividad fronto-central) han sido relacionados con actividades preparatorias, tanto motoras como cognitivas, para el procesamiento de un estímulo al que se espera. Estos también pueden ser modulados por factores

como el nivel de arousal y los recursos cognitivos asignados a tal procesamiento (Kelly, Foxe, Newman, & Edelman, 2010; Tecce, 1972).

Si bien se ha logrado un gran avance en la comprensión de los procesos atencionales y sus bases neurales, existe una serie de interrogantes y debates abiertos acerca de aspectos relevantes de estos procesos. Uno de estos aspectos es la relación entre la atención visual y los movimientos oculares. Aunque resulta intuitivo establecer una relación directa entre lo que se mira y lo que se atiende, se ha observado que se puede dirigir la atención hacia una o más localizaciones espaciales sin necesidad de dirigir la mirada directamente hacia esas localizaciones (Posner, 1980). Este fenómeno se conoce como “atención encubierta” y ha sido ampliamente demostrado en condiciones experimentales de laboratorio (Carrasco, Ling, & Read, 2004), y más recientemente estudios con un alto nivel de validez ecológica sugieren que esta resulta relevante en situaciones de la vida cotidiana (Kuhn & Findlay, 2010).

Existe un alto grado de consenso acerca de una relación estrecha entre la atención manifiesta (dirigida a través de movimientos oculares) y la atención encubierta, pero la naturaleza de esta relación es materia de debate. Ciertas características de estos modos de dirigir la atención sugieren una relación complementaria. Por una parte, la atención manifiesta opera de forma necesariamente serial (no se puede dirigir la mirada a más de una localización espacial a la vez) y la atención encubierta operaría de forma paralela pudiendo ser dirigida a más de una localización simultáneamente (Carrasco, 2011). Por otra parte, se ha observado que la capacidad de discriminación visual disminuye notablemente a medida que los objetos se alejan del punto de fijación de la mirada (visión foveal), lo que limitaría el radio de acción de la atención encubierta. Si bien, existen reportes de rendimientos similares en el despliegue de la atención encubierta entre los 0,5° y los 25° de excentricidad en tareas de detección simple (Posner, 1980), cuando los estímulos a atender son más complejos su grado de excentricidad se vuelve más relevante. En esta línea, Bouma (1970) al estudiar la capacidad de discriminación de letras a distintos grados de excentricidad parafoveal, demostró que a medida que una letra “a” se alejaba del punto de fijación se reducía gradualmente la capacidad de discriminarla (60% de acierto a los 8° de excentricidad). Esta reducción se acentuaba cuando esta letra estaba acompañada por otras letras “xax” (bajo del 20% de acierto a los 6° de excentricidad).

De esta forma, en situaciones de la vida cotidiana de alta complejidad atencional, como el conducir un automóvil por una calle congestionada o buscar una persona en una multitud, estas dos modalidades se complementarían para dirigir la atención de forma más eficiente en pro del objetivo a conseguir. Así, la atención encubierta posibilitaría el monitoreo del ambiente y entregaría información relevante para guiar los movimientos oculares hacia áreas del espacio que requieren un mayor grado de discriminación visual para ser percibidos y atendidos adecuadamente (Luck, 2009).

En las últimas décadas se ha desarrollado un intenso debate acerca del grado de independencia o superposición de los mecanismos neurales que están a la base de estas modalidades de direccionamiento de la atención. Una postura al respecto plantea que los mecanismos que controlan los movimientos oculares y la atención son distintos, pero operan de forma conjunta, ya que ambos son regulados por mecanismos cognitivos Top-Down y Bottom-Up (Hunt & Kingstone, 2003). Esta propuesta ha sido cuestionada por evidencias de estudios neurofisiológicos y de imágenes funcionales que muestran un alto nivel de superposición en las áreas cerebrales que están implicadas tanto en la selección atencional como en los movimientos oculares (Corbetta, 1998; Corbetta et al., 1998).

Tomando en cuenta lo anterior, han surgido propuestas que plantean que la atención y los movimientos oculares serían producidos por el mismo mecanismo neural, entre estas propuestas la que ha generado mayor grado de controversia es la Teoría Premotora de la Atención (Rizzolatti, Riggio, & Sheliga, 1994). Esta plantea que la atención espacial sería una consecuencia de la facilitación espacial producida por la actividad de áreas corticales involucradas en la programación motora de los movimientos oculares. Estas áreas formarían “mapas pragmáticos espaciales” los que estarían encargados de transformar información espacial en movimientos oculares. En consecuencia, no existirían redes neurales especialmente dedicadas a la selección atencional, sino que los procesos atencionales estarían basados en la actividad de estos mapas pragmáticos. En casos en los cuales no es posible realizar movimientos oculares, ya sea por las instrucciones de un experimentador o en situaciones de la vida cotidiana donde no resulta adecuado, se activarían los programas oculomotores pero estos no serían ejecutados,

produciendo como efecto la selección atencional que se le atribuye a la atención encubierta. Esta teoría ha sido sustentada por una serie de estudios tanto en humanos (Hoffman & Subramaniam, 1995; Rizzolatti, Riggio, Dascola, & Umiltà, 1987) como en primates (Moore & Fallah, 2004; Müller, Philiastides, & Newsome, 2005).

En esta línea, una serie de estudios de Potenciales Relacionados a Evento en humanos han evaluado los postulados de la teoría premotora de la atención. Estos estudios utilizaron diseños experimentales basados en el paradigma de atención guiada por claves espaciales, que incluían tareas de atención encubierta y manifiesta dentro de un mismo experimento. Un primer estudio mostró que tanto en las tareas de atención encubierta como en las de atención manifiesta, las claves espaciales evocaban los componentes EDAN, ADAN y LDAP, destacando que este último mostró una menor amplitud en la tarea manifiesta. Además, realizaron análisis de fuentes para estimar las áreas cerebrales donde se generaban estos componentes. Estos análisis mostraron que en la tarea encubierta, los componentes EDAN y LDAP eran generados en el surco intraparietal ventral y el componente ADAN era generado en el Campo ocular frontal. A diferencia, en la tarea manifiesta los componentes EDAN y LDAP no eran generados en el surco intraparietal ventral. Estos resultados sugieren que el surco intraparietal ventral no tiene ningún rol en la atención manifiesta, lo cual contrasta con el rol preponderante que juega en el despliegue de la atención encubierta (van der Lubbe, Neggers, Verleger, & Kenemans, 2006).

Un segundo estudio, también mostró la presencia de los componentes ADAN y LDAP en ambas tareas, pero se observó que el componente LDAP mostraba una mayor latencia y menor amplitud en la tarea manifiesta. Al mismo tiempo, se evaluaron las amplitudes de los componentes evocados por los estímulos objetivos. En la tarea de atención encubierta se observó una mayor amplitud de los componentes P1 y N1 frente a los estímulos correctamente predichos por las claves. Por otro lado, en la tarea manifiesta el componente N1 mostró la misma modulación, pero en el componente P1 se evidenció una inversión del efecto de facilitación con una mayor amplitud frente a los estímulos incorrectamente predichos por las claves. Estos resultados apuntan a que si bien los cambios de atención encubierta y manifiesta comparten mecanismos de control, difieren en su impacto en el procesamiento de atención visual (Eimer, van Velzen, Gherri, & Press, 2007). Un reciente estudio que incluyó la presencia o ausencia de distractores en

las tareas, mostró una mayor amplitud del componente LDAP en presencia de distractores en la tarea de atención encubierta, lo cual no se observó en la tarea de atención manifiesta. Además, en la tarea de atención manifiesta se observó un componente Nfc en presencia de distractores, el cual no fue observado en la tarea de atención encubierta (Kelly et al., 2010). En conjunto, los resultados de estos estudios sugieren la existencia de fuertes vínculos en los mecanismos que están a la base de la atención dirigida de forma encubierta y la atención dirigida de forma manifiesta, pero a su vez se aprecian diferencias en la forma como éstos influyen el procesamiento visual, lo cual pone en duda la existencia de un mecanismo único.

Hasta ahora, la gran mayoría de los estudios que comparan la actividad cerebral evocada por estas modalidades de direccionamiento de la atención, han tenido como objetivo principal el definir hasta qué punto estas modalidades comparten el mismo mecanismo neural (Eimer et al., 2007; Kelly et al., 2010; van der Lubbe et al., 2006). Por esta razón se han centrado especialmente en los estados preparatorios que preceden el despliegue de la atención encubierta o la ejecución de los movimientos oculares. Con esta finalidad, han utilizado diseños experimentales similares de baja complejidad, donde los sujetos deben dirigir su atención guiados por claves simbólicas (por ej., una flecha) hacia un estímulo al lado derecho o izquierdo de un punto de fijación central. Si bien estos experimentos cumplen con el objetivo para el que fueron diseñados, no consideran un aspecto relevante en la dinámica de estas modalidades de direccionamiento de la atención, el cual es su despliegue en situaciones de alta complejidad atencional como los mencionados anteriormente. Otro aspecto que dificulta la comparación entre ambas modalidades en estos experimentos, es que las respuestas exigidas para ambas modalidades son distintas, para la modalidad de atención encubierta es respuesta manual y para la modalidad de movimientos oculares es dirigir la mirada hacia el estímulo indicado.

En una reciente publicación con un diseño experimental similar al utilizado en este estudio (Ortega, López, Carrasco, Anllo-Vento, & Aboitiz, 2013) se comparó la atención dirigida de forma encubierta hacia claves espaciales entre un grupo de niños con diagnóstico de Trastorno de déficit atencional e Hiperactividad y un grupo de niños controles. Los resultados mostraron claras diferencias entre ambos grupos, especialmente en la amplitud de componentes que reflejan el

procesamiento de las claves espaciales como el P2 y la CNV. En ese estudio, sin embargo, no se exploró la atención manifiesta como una alternativa posible para resolver la tarea.

El objetivo principal de esta tesis es evaluar y comparar el desempeño conductual y la actividad cerebral evocada por la atención dirigida de forma encubierta y la atención dirigida de forma manifiesta, en condiciones de alta demanda atencional. Para abordar este objetivo, se utiliza un diseño experimental que integra distintos aspectos del procesamiento atencional, como la capacidad de dirigir la atención guiada por claves espaciales, la capacidad de atender a estímulos presentados a distintos grados de excentricidad, la capacidad de dividir la atención entre estímulos presentados en distintas localizaciones simultáneamente y la habilidad de detectar la presencia de estímulos objetivos entre grupos de estímulos distractores similares.

Nuestras hipótesis apuntan hacia la existencia de diferencias en el desempeño conductual y en las amplitudes de los componentes de ERP asociados al procesamiento atencional entre las modalidades atencionales estudiadas. Estas diferencias se verán influenciadas por los distintos niveles de dificultad de la tarea. La caracterización de indicadores objetivos del desplazamiento atencional manifiesto y encubierto resulta esencial para la comprensión del despliegue atencional en condiciones de exploración espontánea en tareas de la vida diaria.

## 2.- MÉTODOS

### 2.1.- Diseño Experimental

La fase experimental consiste en una prueba computarizada la cual fue adaptada para este estudio basándose en una tarea utilizada previamente en otros estudios (Ortega et al., 2013); ésta fue programada y presentada utilizando el software Presentation (Neurobehavioral Systems), el cual además registraba y almacenaba las respuestas conductuales y enviaba una marca predefinida a los sistemas de registro de EEG y rastreo ocular, en el instante de tiempo preciso en que se presentaban los distintos estímulos que componían la tarea. Los estímulos fueron presentados en un monitor LCD LED de 23" con una resolución de 1920x1080 pixeles y una tasa de refresco de 120 Hz, el cual estaba ubicado a 60 cm de distancia de los sujetos. Para evitar movimientos indeseados de la cabeza se utilizó una mentonera en la cual los sujetos debían apoyar su cabeza.

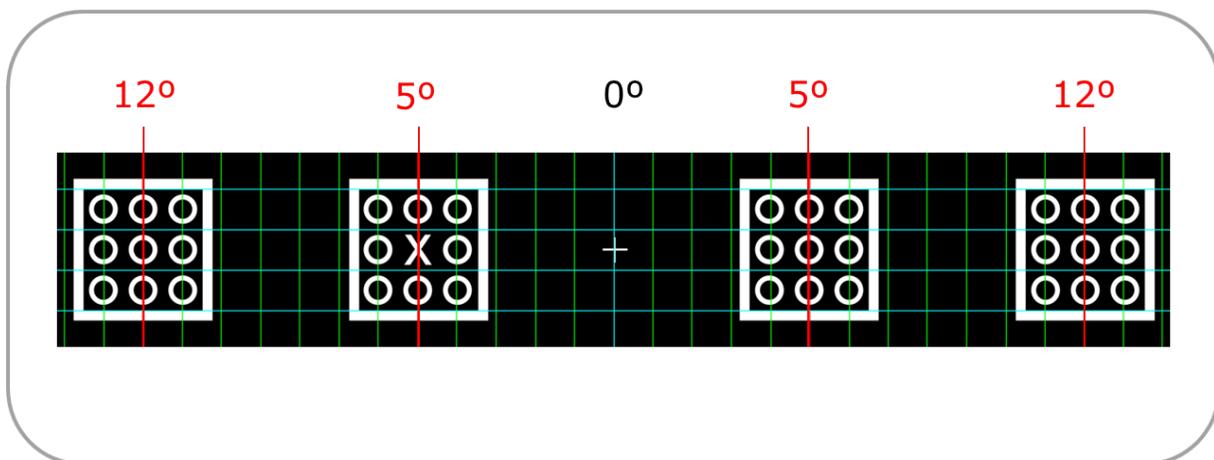


Fig. 1.- Distribución espacial de los estímulos del diseño experimental.

La tarea comienza con la presentación de una cruz de fijación de 0.5 cm en el centro de la pantalla. Además se presentan simultáneamente 2 marcos de color blanco de 4 x 4 cm, a cada lado de la cruz de fijación, distribuidos de forma horizontal. Los dos marcos centrales tienen su centro a 5° del campo visual y dos marcos periféricos tienen sus centros a 12° de excentricidad, estos estímulos se mantienen presentes durante toda la tarea (Ver Fig. 1). Cada ensayo comienza cuando uno o dos de los cuatro marcos se tornan de color verde convirtiéndose en las claves espaciales. Después de 700 ms aparecen cuatro grupos de estímulos que llenan todos los marcos,

los cuales consisten de un arreglo cuadrado formado por nueve “O”. En uno de estos arreglos una de las “O” es remplazada por una “X” (estímulo objetivo). Estos estímulos son presentados durante 700 ms. Al sujeto experimental se le solicita que identifique en cuál de los marcos apareció la “X” presionando el botón correspondiente en un dispositivo de respuesta (ver Fig. 2).

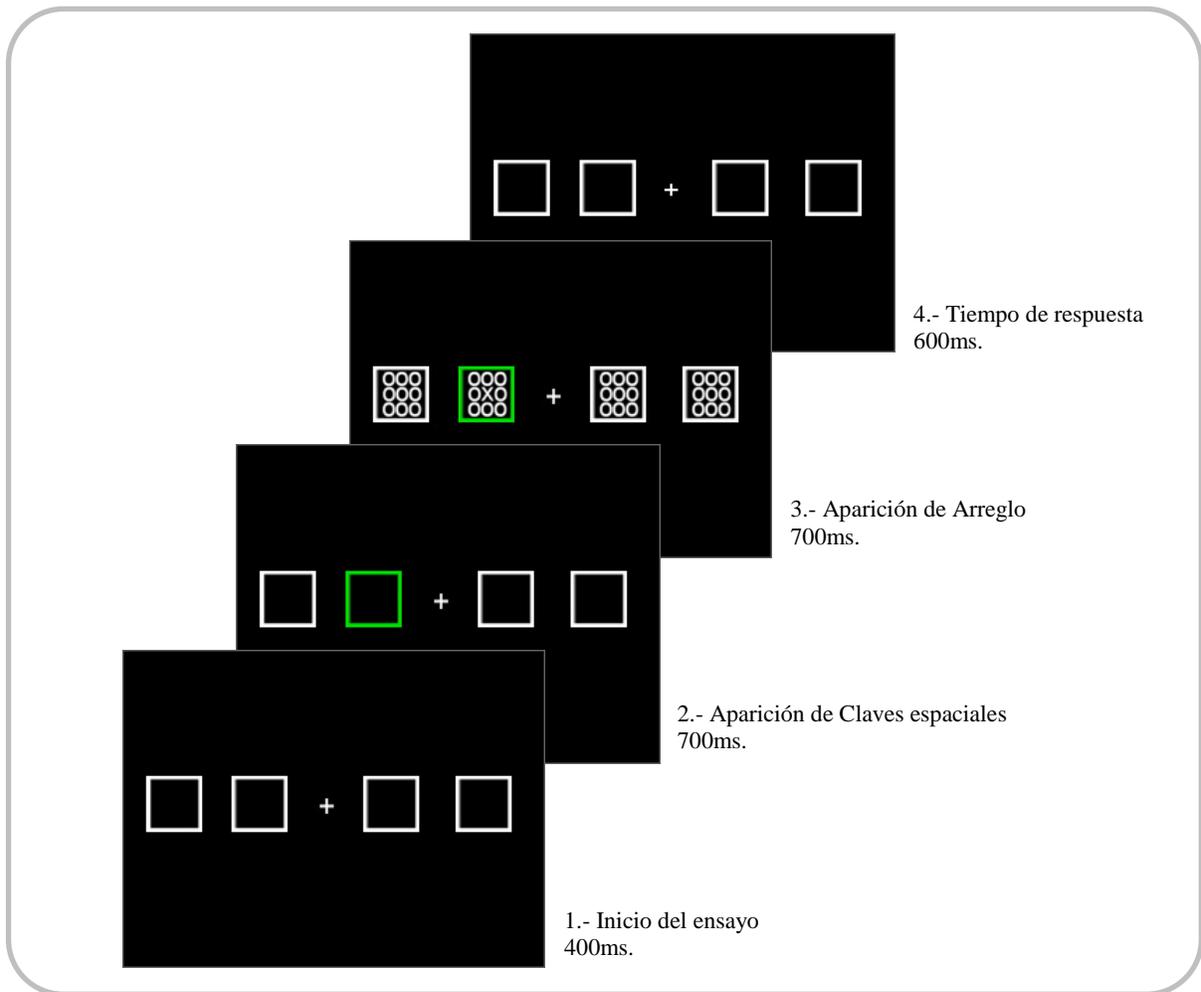


Fig. 2.- Ensayo de la tarea experimental.

En todos los ensayos aparece una “X”. En el 50% de los casos la “X” es predicha correctamente por las claves y en el otro 50% la “X” aparece fuera de los marcos verdes. De esta forma se generan cuatro condiciones generales: la primera se produce cuando aparece un marco verde y el estímulo objetivo aparece dentro de este marco (condición “Válida-Focalizada”), en la segunda aparecen dos marcos verdes y el estímulo “objetivo” aparece en uno de estos marcos (condición “Válida-Dividida”). La tercera condición se produce cuando aparece un marco verde pero el

estímulo objetivo aparece en los marcos blancos restantes (condición “Inválida-Focalizada”) y en la última aparecen dos marcos verdes pero el estímulo objetivo aparece en los dos marcos blancos restantes (condición “Inválida-Dividida”). Además los ensayos son separados en dos condiciones según la posición donde aparezca el estímulo objetivo: cuando éste estímulo aparece en los dos marcos centrales con respecto al punto de fijación (condición “Central”), y cuando aparece en los dos marcos periféricos (condición “Periférica”). Existe la misma probabilidad de aparición del estímulo objetivo en cada una de las 9 posiciones dentro de los marcos. Se presentan 108 ensayos por cada condición, lo que hace un total de 432 ensayos. Estos ensayos se presentan de forma semi-aleatoria y contrabalanceada en cuatro bloques iguales de 108 ensayos con una duración aproximada de 5 minutos (Ver Tabla 1).

Este estudio involucra un diseño factorial de cuatro variables independientes las cuales presentan dos niveles por cada factor o variable. El primer factor es “Modalidad atencional” el cual se divide en los niveles: encubierta y manifiesta. El segundo factor es la “Validez de las claves” el cual se divide en los niveles: válidas e inválidas. El tercer factor es la “Focalización de la atención” el cual se divide en los niveles: focalizada y dividida. Por último, el cuarto factor es el “Grado de excentricidad” el cual se divide en los niveles: central y periférica. De esta forma, este estudio da origen a 16 condiciones experimentales diferentes.

Tabla 1: Condiciones de la tarea experimental

<b>Condición</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº de Ensayos</b>
Valida-Focalizada	Una clave espacial predice la aparición de la “X”	108
Valida-Dividida	Dos claves espaciales, una predice la aparición de la “X”	108
Invalida-Focalizada	Una clave espacial, no predice la aparición de la “X”	108
Invalida-Dividida	Dos claves espaciales, ninguna predice la aparición de la “X”	108

## **2.2.- Sujetos**

Participaron en el estudio un total de 16 sujetos voluntarios adultos de edades entre los 20 y 38 años (Promedio:  $25.6 \pm 6.03$ ), de ambos sexos (9 mujeres), con visión normal o corregida a normal, sin antecedentes de patologías neurológicas y/o psiquiátricas (según reporte verbal de los sujetos), diestros y sin familiares directos de manualidad izquierda. A cada sujeto se le explicó el propósito de la investigación y se les pidió firmar una declaración de consentimiento informado.

## **2.3.-Aparatos y/o Materiales**

### **2.3.1.- Registro Electrofisiológico**

Durante la ejecución de la tarea antes descrita se registró conjuntamente la actividad electroencefalográfica. En este período las impedancias de contacto entre los electrodos y la piel fueron mantenidas por debajo de los 5 k $\Omega$ . La señal electroencefalográfica fue debidamente amplificada y filtrada entre los 0.1 y 30 Hz. La señal analógica fue muestreada con una frecuencia de 1000 Hz (período de muestreo de 1 ms) y luego almacenada directamente al disco duro de un computador.

El trazado electroencefalográfico fue posteriormente segmentado tomando como referencia la marca del estímulo de interés en cada condición de la tarea, obteniendo segmentos que incluyen un intervalo previo a la ocurrencia del estímulo (pre-estímulo o línea de base) de 100 ms y los 700 ms posteriores al inicio del estímulo. A los segmentos de EEG así obtenidos para cada canal o electrodo se le aplicaron procedimientos clásicos para mejorar la relación señal-ruido. Entre éstos, destacan la corrección por la línea de base, para eliminar el efecto de las variaciones en el nivel de Corriente Directa o DC (del inglés, Direct Current), y el rechazo de los segmentos afectados por artefactos, sean estos de naturaleza técnica o fisiológica. Los segmentos resultantes fueron promediados de acuerdo a las condiciones antes descritas, obteniendo un ERP por sujeto para cada categoría en cada experimento. De los ERP individuales se evaluaron las amplitudes, latencias y distribuciones topográficas de los componentes que han sido asociados con procesamiento atencional. Se evaluaron los componentes evocados por las claves espaciales: N1, P2, P3 posterior, Nfc, LPC y CNV (temprana y tardía). Además se evaluaron los componentes

evocados por los estímulos objetivos: N1, P2, SN y P3. Con el propósito de ilustración de los resultados se calcularán los grandes promedios incluyendo todos los sujetos para cada categoría, los cuales serán presentados en forma de gráficos.

### ***2.3.2.- Mediciones conductuales***

Se realizaron mediciones de los tiempos de respuesta de los sujetos ante cada ensayo. Para ello se utilizó un dispositivo electrónico (caja de respuesta) que permite registrar el tiempo transcurrido desde la presentación del estímulo hasta la respuesta del sujeto, por la presión de una tecla. Estos valores fueron almacenados en un archivo de texto en el computador utilizado para la estimulación. Posteriormente fueron promediados por categoría, estimando los valores Media y Desviación Estándar por cada sujeto. Además se evaluaron los variables de desempeño en la tarea como porcentaje de acierto y los porcentajes de errores de comisión e omisión.

### ***2.3.3.- Mediciones de Movimientos Oculares***

Los datos de sacadas y fijaciones oculares fueron recogidos con una frecuencia de muestreo de 1000 Hz (una muestra por milisegundo). El criterio para definir una sacada fue cualquier movimiento ocular con una velocidad igual o superior a 30°/seg y una aceleración de 8000°/seg<sup>2</sup>. En la modalidad de atención manifiesta se evaluó la amplitud y duración de las sacadas. Además se evaluó la duración y la distribución espacial de las fijaciones oculares. En la modalidad de atención encubierta se supervisó la mantención de la fijación ocular dentro de un radio de 2° alrededor de la cruz de fijación central. En los casos que no se cumplía este requisito, los datos fueron descartados de los análisis posteriores. Al inicio de la tarea y después de cada uno de los descansos se realizó una calibración del sistema para asegurar la precisión de los datos obtenidos.

### ***2.3.4- Análisis Estadístico***

Tanto para contrastar los intervalos de interés de los ERP de las diferentes condiciones de cada experimento, como para contrastar las mediciones conductuales se utilizó la prueba estadística ANOVA de medidas repetidas. Se reportan los valores de “F” y la significación estadística asociada. Se considera que existen diferencias significativas cuando los valores de probabilidad

sean inferiores o iguales a un  $\alpha$  de 0.05. Los resultados obtenidos fueron corregidos mediante los métodos de Greenhouse-Geisser y de Bonferroni ajustando las salidas univariadas de la ANOVA de medidas repetidas por las violaciones del supuesto simetría compuesta.

### ***2.3.5.- Instrumental***

Para el registro de la actividad Electroencefalográfica se utilizó un sistema de Registro de EEG NuAmps (Neuroscan-Compumedics) de 40 canales. Para la colocación de los electrodos se utilizó una gorra de 40 electrodos Quickcap de la misma marca, cuyas localizaciones se basan en el Sistema de Colocación de Electrodos 10-20 de la Federación Internacional de Electroencefalografía. Para registrar los movimientos oculares se utilizó un sistema de rastreo ocular Eyelink 1000 (SR Research).

### **2.4.- Procedimiento Experimental**

El presente estudio fue dividido en dos sesiones experimentales, una por cada modalidad de direccionamiento de la atención, en las cuales todos los sujetos realizaron la misma tarea experimental. Estas sesiones fueron separadas por al menos un día, para reducir al máximo posible la interferencia entre ambas modalidades. La secuencia de las sesiones fue alternada a lo largo de la muestra, a fin de mitigar los efectos de experiencia previa con la tarea.

En cada sesión experimental los participantes fueron ubicados en una sala especialmente acondicionada que contaba con atenuación sonora, lumínica y electromagnética (jaula de Faraday). Ellos fueron sentados confortablemente y se les solicitó apoyar su cabeza en una mentonera, la cual tiene como función restringir los movimientos no intencionados de la cabeza y permite el establecimiento de un punto de referencia estable para el registro de los movimientos oculares. Después de la colocación de los electrodos de registro de EEG y la calibración del sistema de rastreo ocular, se le entregó las instrucciones de la tarea a cada sujeto. En la sesión de atención manifiesta se les instruyó a dirigir su mirada hacia las claves espaciales y hacia los estímulos objetivos. En cambio, en la sesión de atención encubierta se les instruyó a mantener la mirada en la cruz de fijación al centro de la pantalla durante toda la duración de la tarea. La

actividad eléctrica cerebral (EEG), los movimientos oculares y el desempeño conductual de los sujetos fueron monitoreados en tiempo real a lo largo de las sesiones. La tarea contemplaba tres períodos de descanso de 3 min de duración mínima entre bloques experimentales.

### 3.- RESULTADOS

#### 3.1.- Resultados conductuales

##### 3.1.1.- Resultados conductuales Generales:

Con respecto a los tiempos de reacción generales, se apreció un aumento significativo de los tiempos de reacción en la modalidad de atención manifiesta al ser comparada con la modalidad de atención encubierta ( $F_{(1,15)}=30,42$ ,  $p<0.001$ ). Acerca del desempeño conductual general, se observaron diferencias significativas en el porcentaje de acierto ( $F_{(1,15)}=23,77$ ,  $p<0.001$ ), donde se aprecia un mayor porcentaje de acierto en la modalidad manifiesta en comparación con la modalidad encubierta. Además, se observaron diferencias significativas en el porcentaje de errores por omisión ( $F_{(1,15)}=17,28$ ,  $p<0.001$ ), donde se observó un mayor porcentaje de errores por omisión en la modalidad encubierta. Con respecto a los errores por comisión no se observaron diferencias significativas ( $F_{(1,15)}=1,16$ ,  $p=0.29$ ) entre ambas modalidades (Ver Fig. 3).

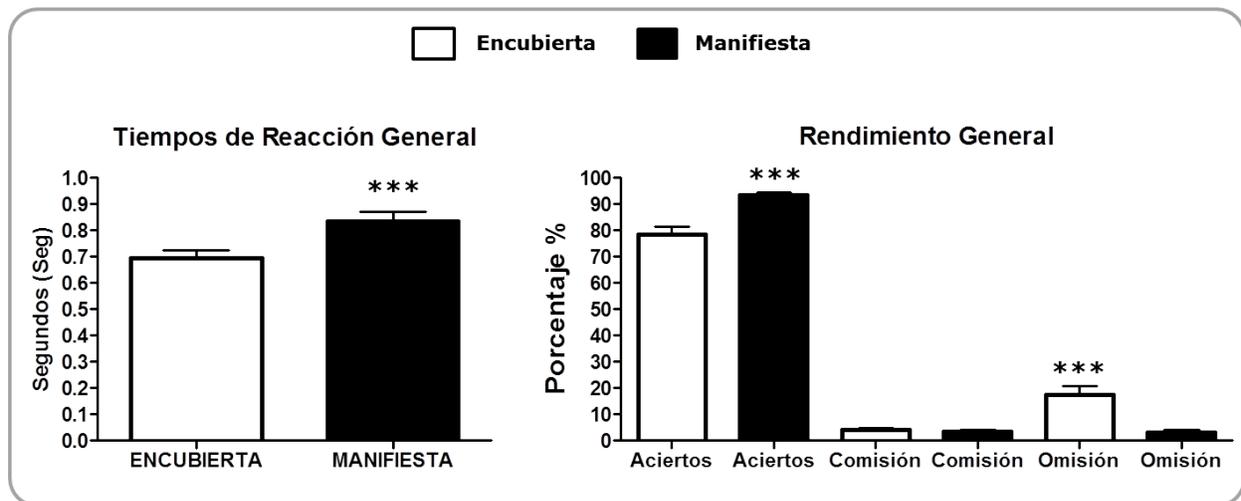


Fig. 3.- Resultados conductuales generales. . \*=  $p<0.05$ , \*\*=  $p<0.01$ , \*\*\*=  $p<0.001$

##### 3.1.2.- Tiempos de Reacción por Condiciones:

Al comparar los tiempos de reacción con respecto a la “Validez de las claves” para predecir la aparición del estímulo objetivo, se observaron diferencias significativas entre las condiciones válida e inválida ( $F_{(1,15)}=110,87$ ,  $p<0.001$ ) mostrando mayores tiempos de reacción en la condición inválida. Además se observó una interacción significativa entre las variables “Validez

de las claves” y “Modalidad Atencional” ( $F_{(1,15)}=99,06$ ,  $p<0.001$ ), por el aumento en los tiempos de reacción en la modalidad manifiesta cuando las claves son inválidas. Cuando se compararon los tiempos de reacción asociados a la “Focalización de la atención”, se apreciaron diferencias significativas entre las condiciones focalizada y dividida ( $F_{(1,15)}=41,75$ ,  $p<0.001$ ), apreciando mayores tiempos de reacción en la condición dividida al ser comparada con la condición focalizada. La interacción entre las variables “Focalización de la atención” y “Modalidad Atencional” resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=80,25$ ,  $p<0.001$ ), donde se observa un aumento de los tiempos de reacción en la modalidad manifiesta cuando la atención debe ser dividida. Los tiempos de reacción relacionados con el “Nivel de Excentricidad”, mostraron diferencias significativas para las condiciones central y periférica ( $F_{(1,15)}=119,73$ ,  $p<0.001$ ), donde se observaron mayores tiempos de reacción en la condición periférica. También se apreció una interacción significativa entre “Nivel de Excentricidad” y “Modalidad Atencional” ( $F_{(1,15)}=63,23$ ,  $p<0.001$ ), donde se observa un aumento de los tiempos de reacción en la modalidad encubierta cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia (Ver Fig. 4).

Al examinar posibles interacciones entre las variables principales, se observaron interacciones significativas entre distintas variables, que se señalan a continuación: (i) “Validez de claves” x “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=52,94$ ,  $p<0.001$ ), donde se observa una disminución de los tiempos de reacción cuando las claves son válidas y la atención es focalizada. (ii) “Modalidad atencional” x “Validez de las claves” x “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=46,59$ ,  $p<0.001$ ), lo cual resulta del aumento de los tiempos de respuesta en la modalidad manifiesta cuando las claves son inválidas y la atención debe ser dividida. (iii) “Validez de las claves” x “Focalización

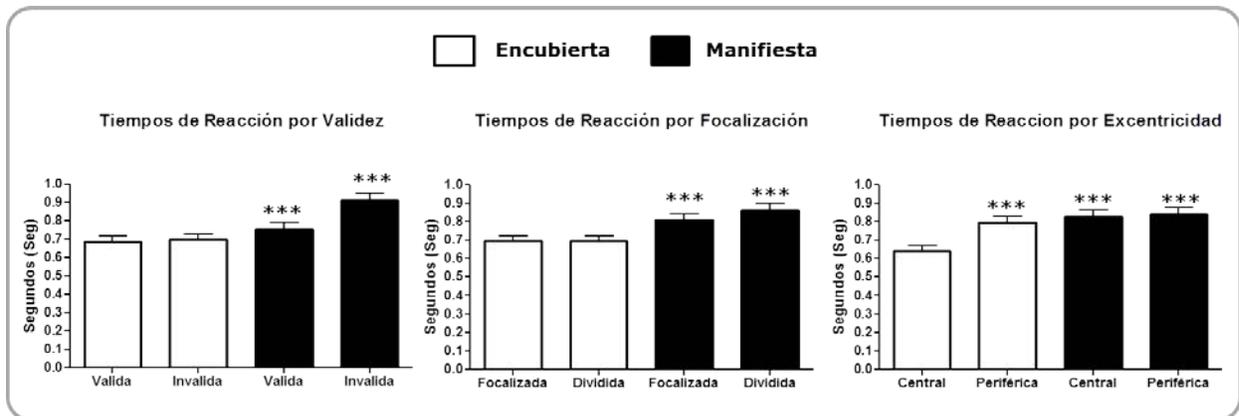


Fig. 4.- Tiempos de Reacción por condición. . \* =  $p<0.05$ , \*\* =  $p<0.01$ , \*\*\* =  $p<0.001$

de la atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=7,91$ ,  $p<0.05$ ) en la modalidad encubierta hay mayores tiempos de respuesta cuando la atención debe ser dividida entre dos claves presentadas en la periferia. Por último, (iv) “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” x “Focalización de la atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=12,05$ ,  $p<0.01$ ) reflejaría que la única situación en la que los tiempos de respuesta en la modalidad manifiesta son menores a los de la modalidad encubierta, es cuando la atención es válidamente orientada por una única clave (focalizada) y presentada en la periferia.

### 3.1.3.- Desempeño conductual por condiciones:

Al comparar los porcentajes de acierto, la variable “Validez de las claves”, no mostró diferencias significativas entre las condiciones válida e inválida ( $F_{(1,15)}=2,31$ ,  $p=0.14$ ). Con respecto a la “Focalización de la atención”, no se observaron diferencias significativas en los aciertos entre las condiciones focalizada y dividida ( $F_{(1,15)}=1,87$ ,  $p=0.19$ ). En lo relativo al “Nivel de Excentricidad”, se observaron diferencias significativas en el porcentaje de acierto entre las condiciones central y periférica ( $F_{(1,15)}=47,02$ ,  $p<0.001$ ), donde se observó un aumento en el porcentaje de acierto para la condición central. La interacción entre las variables “Nivel de Excentricidad” y “Modalidad Atencional” resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=43,30$ ,  $p<0.001$ ), donde se observa una la disminución del porcentaje de acierto en la modalidad encubierta cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia. Además se observó una interacción significativa entre las variables “Validez de las cables” x “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=5,83$ ,  $p<0.05$ ), lo cual pone en evidencia que la validez de las claves influye en el número de aciertos solamente cuando la atención es focalizada (Ver Fig. 5).

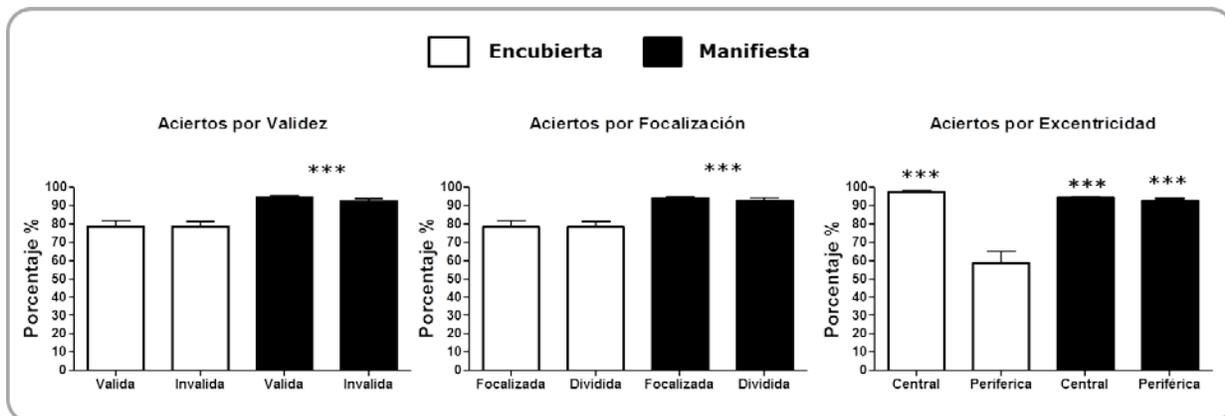


Fig. 5.- Porcentaje de Aciertos por condición. \* =  $p<0.05$ , \*\* =  $p<0.01$ , \*\*\* =  $p<0.001$

Las comparaciones entre los porcentajes de errores por comisión mostraron que en el caso de la variable “Validez de las Claves” no se observaron diferencias significativas entre las condiciones válida e inválida ( $F_{(1,15)}=0,32$ ,  $p=0.57$ ). Para la variable “Focalización de la atención” no se observaron diferencias significativas entre las condiciones focalizada y dividida ( $F_{(1,15)}=0,84$ ,  $p=0.37$ ). Para la variable “Nivel de Excentricidad” se observaron diferencias significativas entre las condiciones central y periférica ( $F_{(1,15)}=5,89$ ,  $p<0.05$ ), donde se aprecia un aumento de los errores por comisión en la condición periférica. La interacción entre las variables “Nivel de Excentricidad” y “Modalidad Atencional” resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=20,38$ ,  $p<0.001$ ), lo cual resulta del aumento en los errores de comisión en la modalidad encubierta cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia. Además, resultaron significativas las siguientes interacciones: (i) “Validez de las claves” x “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=5,75$ ,  $p<0.05$ ), lo cual muestra que la validez de las claves hace disminuir el porcentaje de este tipo de errores únicamente cuando la atención es focalizada; (ii) “Modalidad atencional” x “Validez de las claves” x “Focalización de la atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=8,14$ ,  $p<0.05$ ), lo cual refleja el hecho de que la atención encubierta muestra un menor número de errores de comisión cuando los estímulos objetivo aparecen en el centro, pero cuando los estímulos aparecen en la periferia esta modalidad muestra un mayor número de errores especialmente cuando la atención es orientada en forma inválida por una única clave (focalizada) (Ver Fig. 6).

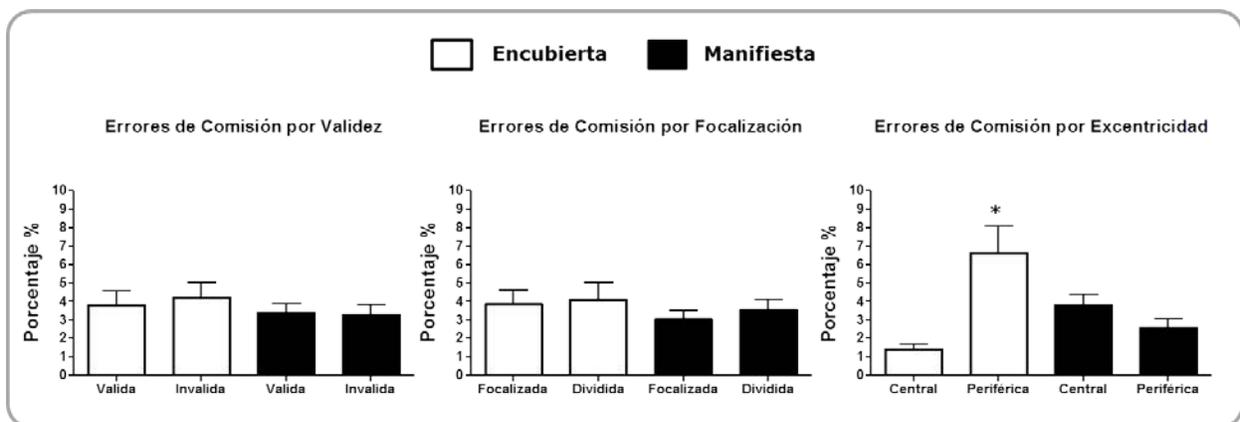


Fig. 6.- Porcentaje de Errores de comisión por condición. \*=  $p<0.05$ , \*\*=  $p<0.01$ , \*\*\*=  $p<0.001$

Cuando se compararon los porcentajes de errores por omisión, la variable “Validez de las claves” no mostró diferencias significativas entre las condiciones válida e inválida ( $F_{(1,15)}=2,48$ ,  $p=0.14$ ), pero se observó una interacción significativa entre las variables “Validez de las claves”

y “Modalidad Atencional” ( $F_{(1,15)}=6,76$ ,  $p<0.05$ ), mostrando el hecho que si bien se aprecia un aumento en los errores de omisión en la condición inválida en la modalidad manifiesta, estos son ampliamente superados por la cantidad de errores por omisión en las mismas condiciones de la modalidad encubierta. Para la variable “Focalización de la atención” los errores por omisión no mostraron diferencias significativas entre las condiciones focalizada y dividida ( $F_{(1,15)}=0,42$ ,  $p=0.52$ ). Acerca de la variable “Nivel de Excentricidad” se apreciaron diferencias significativas entre las condiciones central y periférica ( $F_{(1,15)}=29,26$ ,  $p<0.001$ ), donde se observa un aumento de los errores por omisión en la condición periférica. La interacción entre las variables “Nivel de Excentricidad” y “Modalidad Atencional” resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=25,17$ ,  $p<0.001$ ), donde se aprecia un aumento de los errores de omisión en la modalidad encubierta en la condición periférica (Ver Fig. 7).

En resumen los resultados conductuales muestran mayores tiempos de reacción para la modalidad manifiesta, una disminución porcentajes de acierto y mayores porcentajes de errores por omisión para la modalidad encubierta. Esto último es especialmente evidente cuando se contrastan las modalidades atencionales entre localizaciones centrales y periféricas. Además entre las interacciones significativas destacan las diferencias en los tiempos de reacción en las variables “Validez de las Claves” y “Focalización de la Atención” que se aprecian en la modalidad Manifiesta, pero no se aprecian en la modalidad encubierta.

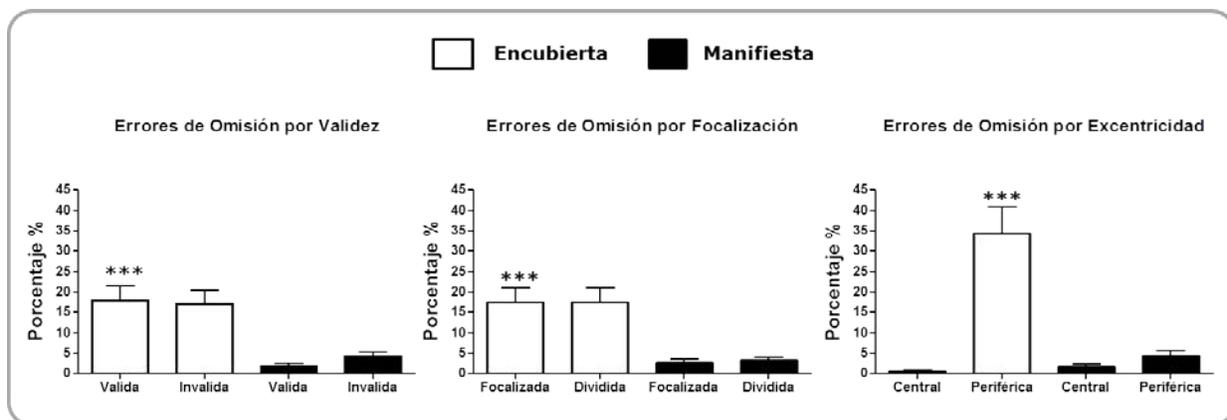


Fig. 7.- Porcentaje de Errores de Omisión por condición. \*=  $p<0.05$ , \*\*=  $p<0.01$ , \*\*\*=  $p<0.001$

### 3.2.- Resultados Electrofisiológicos

#### 3.2.1.- Potenciales a las claves espaciales

Con respecto a los componentes relacionados a evento asociados a la presentación de las claves espaciales se distinguen seis componentes que evidenciaron diferencias entre las distintas condiciones experimentales: N1, P2, Nfc, P3 Posterior, LPC y CNV (temprana y tardía) (Ver Figs. 8 y 9, Tabla 2).

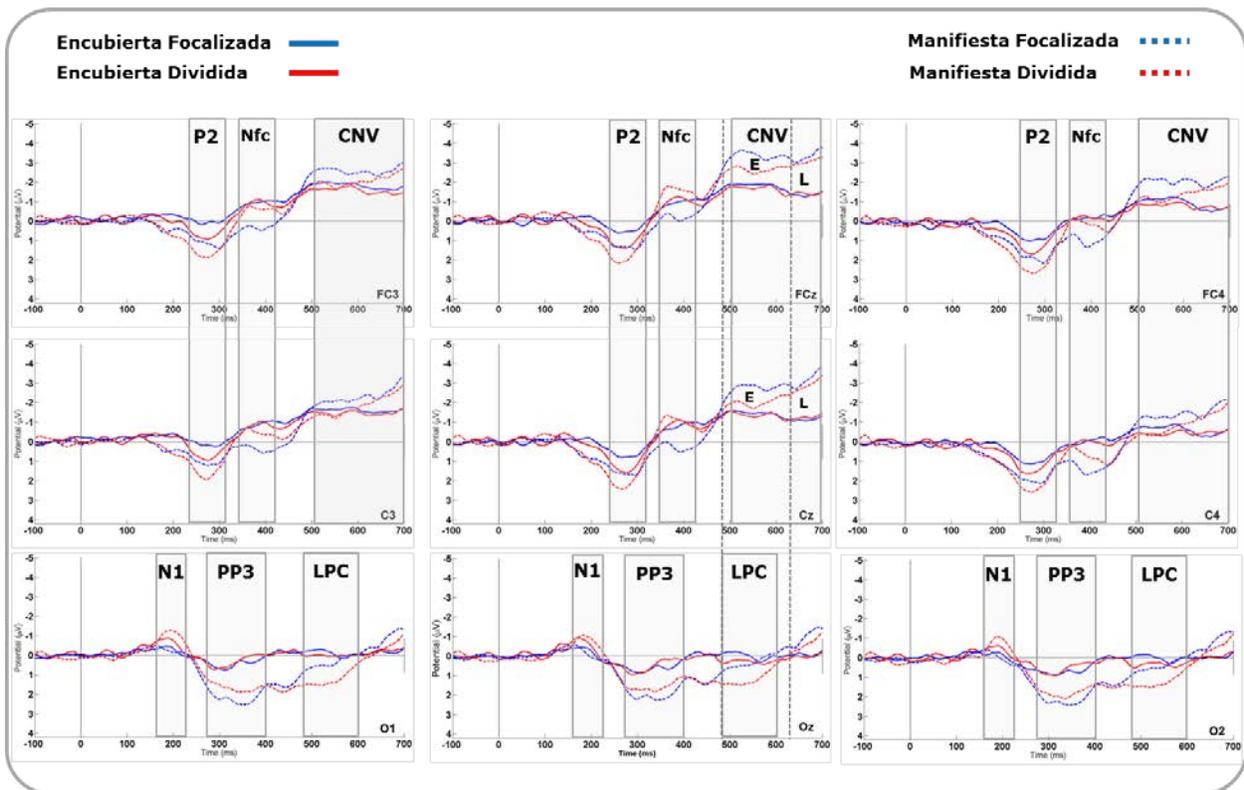


Fig. 8.- Potenciales relacionados a evento para las claves espaciales

El componente negativo N1 fue observado en la región posterior occipital del cuero cabelludo en el rango de tiempo entre los 160 y los 200 ms, después de la aparición de las claves. No se observaron diferencias significativas de amplitudes entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=0,00$ ,  $p=0,93$ ). No obstante, se observaron diferencias significativas en las amplitudes para la variable “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=7,97$ ,  $p<0,05$ ) donde se observó un aumento de las amplitudes para la condición dividida comparada con la condición focalizada. La interacción entre los factores “Modalidad atencional” y “Focalización de la atención” no resultó significativa ( $F_{(1,15)}=1,24$ ,  $p=0,28$ ).

A continuación, se observó un componente positivo de tipo P2 el cual se distribuía ampliamente entre las regiones frontales y parietales del cuero cabelludo, en el rango de tiempo entre los 240 y los 320 ms. Para este componente se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=8,61$ ,  $p<0.01$ ), donde se aprecian mayores amplitudes para la atención manifiesta. También se observaron diferencias a nivel de “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=32,74$ ,  $p<0.001$ ), observándose mayores amplitudes para la condición dividida. La interacción entre estas variables no resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=0,25$ ,  $p=0.62$ ).

Además, se observó un componente positivo en la región occipital, P3 posterior (PP3), con amplitudes máximas entre los 280 y los 400 ms. Para este componente se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=13,25$ ,  $p<0.01$ ), donde se apreciaron mayores amplitudes para la modalidad manifiesta. De la misma forma, se observaron diferencias significativas entre las condiciones focalizada y dividida ( $F_{(1,15)}=5,15$ ,  $p<0.05$ ), donde la condición focalizada evidenció mayores amplitudes. La interacción entre estas variables no resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=0,74$ ,  $p=0.40$ ).

De la misma forma, se observó un componente negativo en regiones fronto-centrales, la negatividad fronto-central (Nfc), en el rango de tiempo entre los 340 y los 430 ms. Para este componente no se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=0,02$ ,  $p=0.87$ ), en cambio se apreciaron diferencias significativas para la “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=20,03$ ,  $p<0.001$ ), mostrando una mayor amplitud para la atención dividida. Además se observó una interacción significativa entre las variables “Modalidad atencional” y “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=9,84$ ,  $p<0.01$ ), dado que las principales diferencias entre atención focalizada y dividida se observaron en la modalidad manifiesta. Para comprender mejor la naturaleza de esta interacción se extrajeron potenciales diferencias para ambas modalidades restando los potenciales evocados por la condición dividida a los potenciales evocados por la condición focalizada (dividida-focalizada), estos potenciales diferencia evidenciaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=9,84$ ,  $p<0.01$ ), mostrando mayores amplitudes para la modalidad manifiesta (ver Fig. 10)

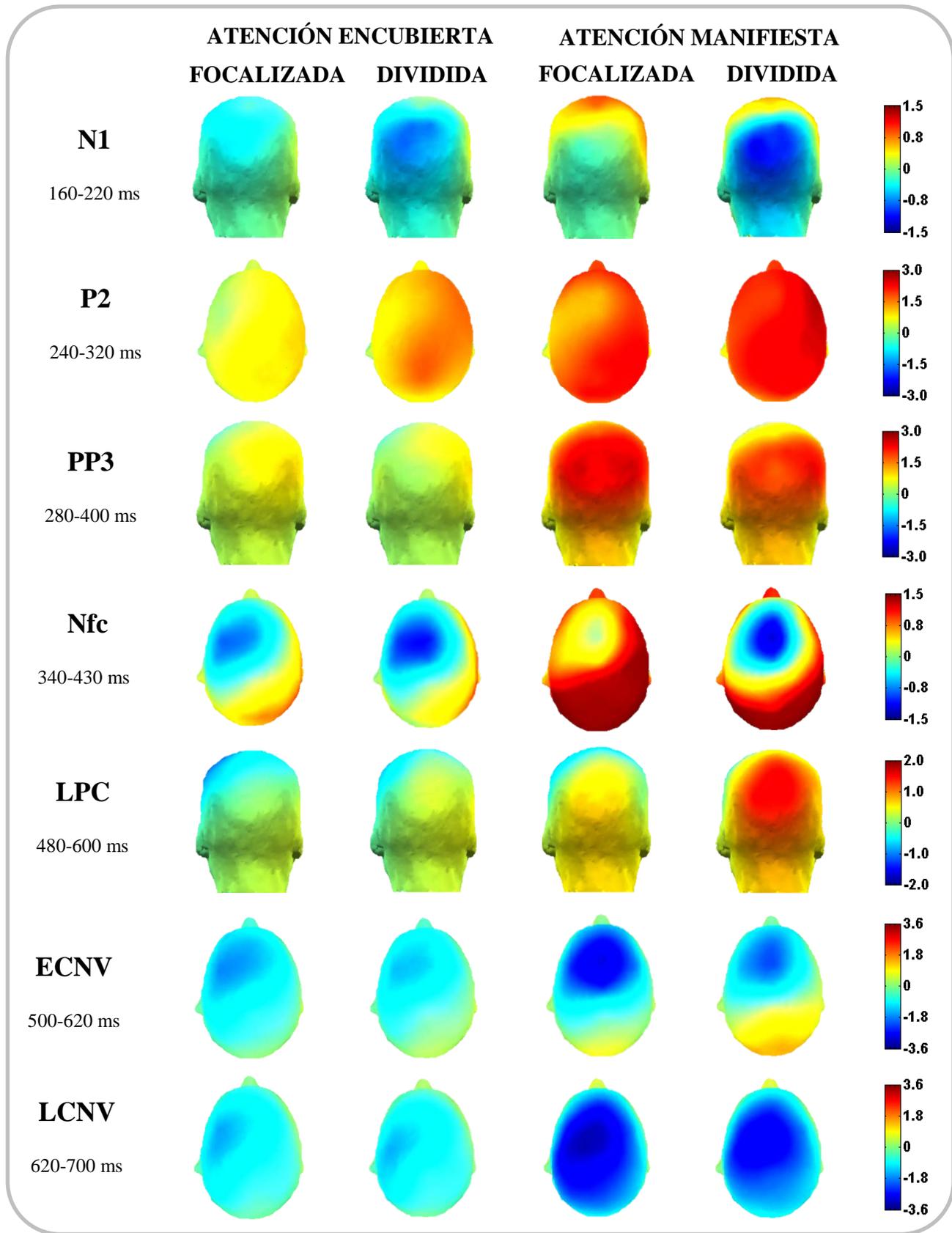


Fig. 9.- Mapas Topográficos de los Potenciales relacionados a evento para las claves espaciales

Otro componente Positivo se apreció en la región Occipital, el Potencial Positivo Tardío (LPC), en el rango de tiempo entre los 480 y 600 ms. Para este componente no se apreciaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=2,04$ ,  $p=0.17$ ). A diferencia, se apreciaron diferencias significativas para la “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=13,29$ ,  $p<0.01$ ), mostrando una mayor amplitud para la atención dividida. Además se observó una interacción significativa entre las variables “Modalidad atencional” y “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=10,11$ ,  $p<0.01$ ), dado que las principales diferencias entre atención focalizada y dividida se observaron en la modalidad manifiesta. De la misma forma que se realizó con el componente Nfc, para este componente también se extrajeron potenciales diferencias (dividida-focalizada), estos potenciales diferencia también mostraron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=10,11$ ,  $p<0.01$ ), mostrando mayores amplitudes para la modalidad manifiesta.

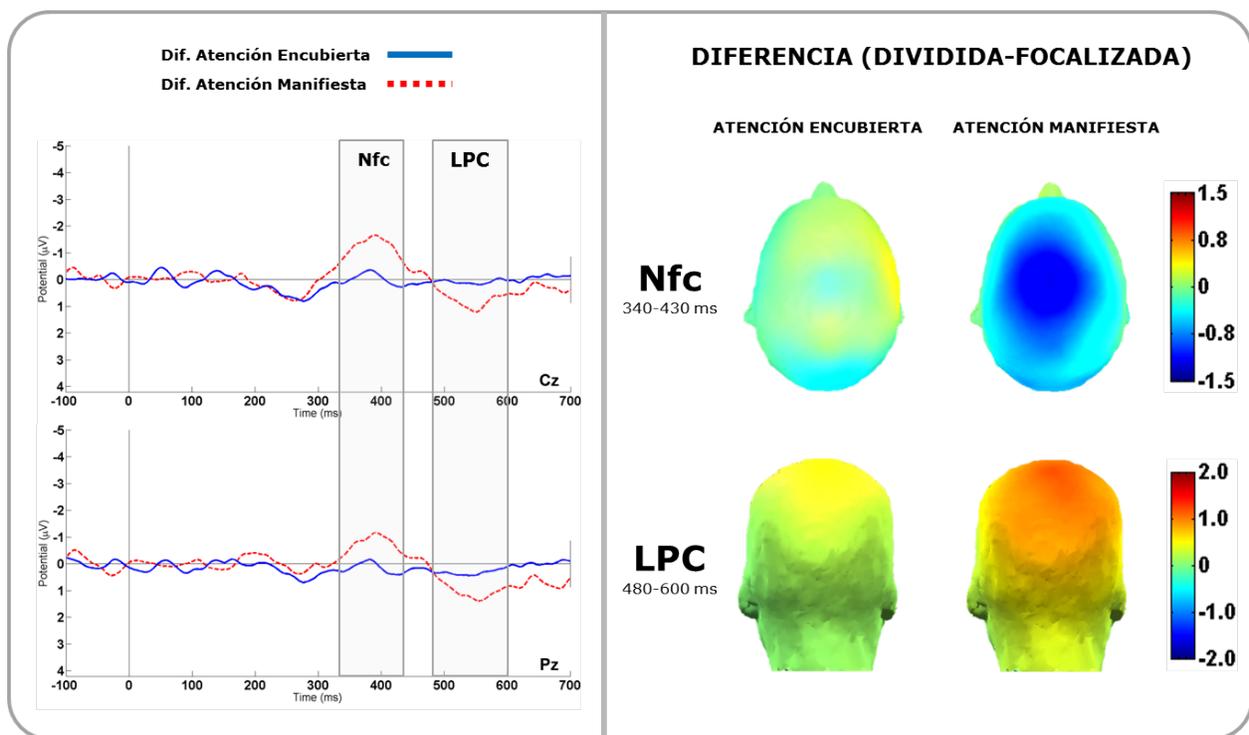


Fig. 10.- Potenciales diferencia (Dividida – Focalizado) evocados por las claves

Por último, se observó un componente negativo de características similares a las descritas para el componente CNV, el cual fue observado entre los 500 y 700 ms, con predominancia en las regiones fronto-centrales del cuero cabelludo, y una tendencia hacia mayores amplitudes en el hemisferio izquierdo. Este componente mostró claras diferencias de amplitudes (especialmente en

la modalidad Manifiesta) en sus primeras etapas por lo cual se optó por separarlo en dos componentes para su análisis, uno que abarca su etapa temprana ECNV (500-620ms) y otro que abarca su etapa tardía LCNV (620-700).

<b>Tabla 2.- Potenciales Relacionados a Evento a las Claves Espaciales</b>					
<b>Amplitudes (<math>\mu\text{V}</math>) por condición</b>		<b>ATENCIÓN ENCUBIERTA</b>		<b>ATENCIÓN MANIFIESTA</b>	
<b>Componente</b>	<b>Región</b>	<b>FOCALIZADA</b>	<b>DIVIDIDA</b>	<b>FOCALIZADA</b>	<b>DIVIDIDA</b>
<b>N1</b> 160-220 ms	Occipital	-0.44 $\pm$ 1.01	-0.84 $\pm$ 1.43*	-0.30 $\pm$ 1.01	-1.02 $\pm$ 2.00*
<b>P2</b> 240-320 ms	Fronto Central	1.01 $\pm$ 0.88	1.68 $\pm$ 0.95**	1.84 $\pm$ 1.31**	2.65 $\pm$ 1.14**
<b>PP3</b> 280-400 ms	Occipital	0.63 $\pm$ 1.23*	0.40 $\pm$ 1.41	2.16 $\pm$ 2.15**	1.69 $\pm$ 2.16**
<b>Nfc</b> 340-430 ms	Fronto Central	-0.91 $\pm$ 1.39	-1.04 $\pm$ 1.56***	-0.17 $\pm$ 2.01	-1.60 $\pm$ 1.75***
<b>LPC</b> 480-600 ms	Parieto Occipital	-0.55 $\pm$ 1.58	-0.13 $\pm$ 1.53**	-0.06 $\pm$ 2.69	-1.16 $\pm$ 2.88**
<b>ECNV</b> 500-620 ms	Fronto Central	-1.87 $\pm$ 2.32*	-1.70 $\pm$ 1.70	-3.56 $\pm$ 2.11**	-2.60 $\pm$ 2.70**
<b>LCNV</b> 620-700 ms	Fronto Central	-1.13 $\pm$ 1.75	-1.26 $\pm$ 1.75	-3.26 $\pm$ 1.91***	-2.93 $\pm$ 2.53***
<b>DIF FCn</b> 340-430 ms	Fronto Central	-0.13 $\pm$ 1.07		-1.42 $\pm$ 1.07**	
<b>DIF LPP</b> 480-600 ms	Parieto Occipital	0.42 $\pm$ 0.82		1.22 $\pm$ 1.20**	

Valores de media y desviación estándar (media  $\pm$  DS) para cada componente de ERP en cada condición. ANOVA de Medidas Repetidas. n=16. \*= p<0.05, \*\*= p <0.01, \*\*\*= p<0.001

Para el componente ECNV, se apreciaron diferencias significativas entre ambas modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=8,43$ ,  $p<0.01$ ), observándose mayores amplitudes para la modalidad manifiesta. Así también se observaron diferencias significativas entre las condiciones focalizada

y dividida ( $F_{(1,15)}=5,71$ ,  $p<0.05$ ), evidenciándose mayores amplitudes para la condición focalizada. La interacción entre las variables recién mencionadas resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=9,08$ ,  $p<0.01$ ), mostrando un incremento en la amplitud en la modalidad manifiesta cuando la atención es focalizada.

Sobre las amplitudes del componente LCNV, se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=29,49$ ,  $p<0.001$ ), donde la modalidad manifiesta mostró mayores amplitudes al ser comparada con la modalidad encubierta. No se observaron diferencias significativas para la variable “Focalización de Atención” ( $F_{(1,15)}=0,11$ ,  $p=0.74$ ). La interacción entre las variables “Modalidad atencional” y “Focalización de la atención” no resultó estadísticamente significativa ( $F_{(1,15)}=1,43$ ,  $p=0.24$ )

### ***3.2.2.- Potenciales a los estímulos objetivo***

En referencia a los Potenciales relacionados a evento evocados por los estímulos objetivos se destacaron cuatro componentes: N1, P2, SN y P3. (Ver Figs. 11 y 12, Tabla 3).

El componente N1 a los estímulos objetivo, se observó en la región occipital del cuero cabelludo en el rango de tiempo entre los 100-200 ms después de la aparición de los estímulos objetivo. Para este componente se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=8,88$ ,  $p<0.01$ ), donde la atención manifiesta mostró mayores amplitudes al ser comparada con la atención encubierta. De la misma forma se observaron diferencias significativas para la “Validez de la claves” ( $F_{(1,15)}=8,85$ ,  $p<0.01$ ), donde se observaron mayores amplitudes para la condición válida. No se observaron diferencias significativas para la variable “Focalización de la Atención” ( $F_{(1,15)}=0,00$ ,  $p=0.94$ ). Tampoco se observaron diferencias significativas para la variable “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=0,02$ ,  $p=0.86$ ). Además, se apreció una interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” ( $F_{(1,15)}=6,07$ ,  $p<0.05$ ), dado que las mayores diferencias de amplitud entre las condiciones válida e invalidas se produjeron en la modalidad manifiesta.

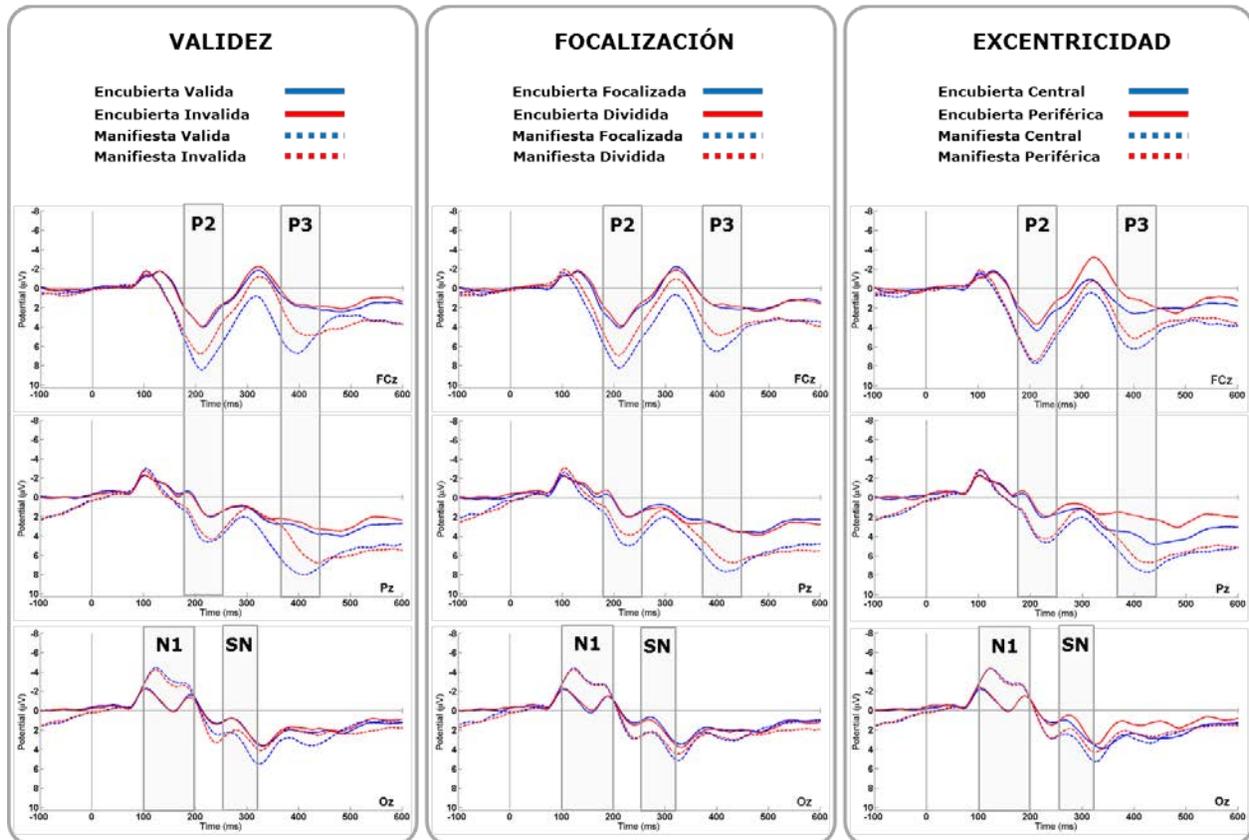


Fig. 11.- Potenciales relacionados a evento para los estímulos objetivo.

A continuación se observó un componente con características de P2 en regiones fronto-centrales, en el rango de tiempo ente 180-250 ms. Para este componente se apreciaron significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=91,23$ ,  $p<0.001$ ), donde se observaron mayores amplitudes para la atención manifiesta. De la misma forma se observaron diferencias significativas para la “Validez de la claves” ( $F_{(1,15)}=16,53$ ,  $p<0.001$ ), donde se observaron mayores amplitudes para la condición válida. También se observaron diferencias significativas para la variable “Focalización de la Atención” ( $F_{(1,15)}=16,80$ ,  $p<0.001$ ), donde se apreciaron mayores amplitudes para la condición focalizada. De la misma forma, se observaron diferencias significativas para la variable “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=6,43$ ,  $p<0.05$ ), donde se apreciaron mayores amplitudes en la condición central. Además, se observaron interacciones significativas entre las siguientes variables: (i) “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” ( $F_{(1,15)}=17,04$ ,  $p<0.001$ ), donde

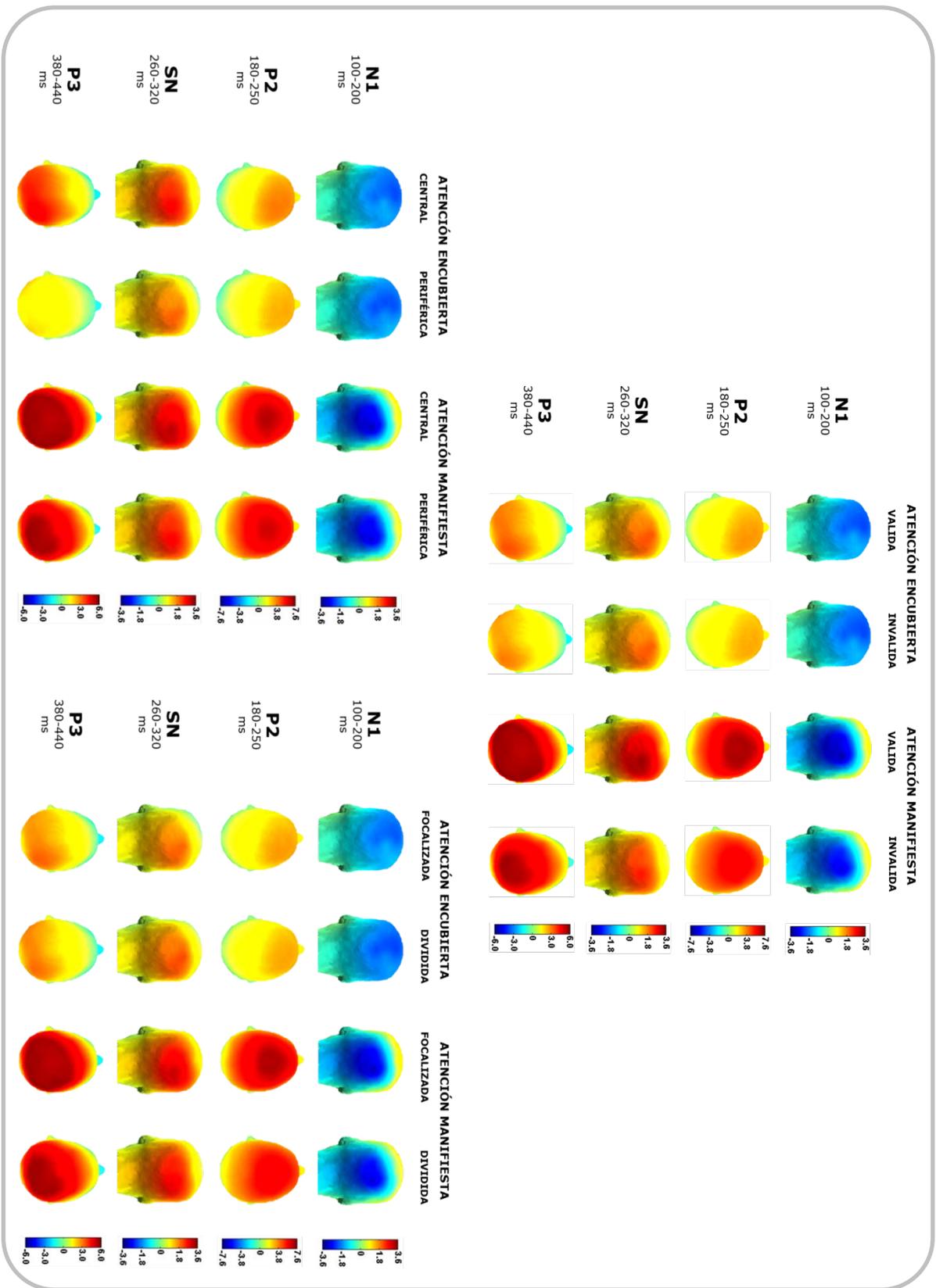


Fig. 12.- Mapas topográficos Potenciales evocados por los estímulos Objetivo

se observó que las mayores diferencias de amplitud entre las condiciones válida e inválida se produjeron en la modalidad manifiesta. (ii) “Modalidad Atencional” x “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=10.93$ ,  $p<0.01$ ), observándose que las mayores diferencias de amplitud entre las condiciones focalizada y dividida se produjeron en la modalidad manifiesta. (iii) “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=6.48$ ,  $p<0.05$ ), dado que se observa una disminución de la amplitud cuando la atención se dividía y los estímulos objetivo aparecían en la periferia. (iv) “Validez de las Claves” x “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=10.59$ ,  $p<0.01$ ), lo cual refleja que las mayores disminuciones en la amplitud de este componente se produjeron cuando las claves espaciales eran inválidas, la atención se dividía y los estímulos objetivo se encontraban en la periferia.

Posteriormente se observó un componente con tendencia a la negatividad, con características similares al descrito como Selección Negativa (SN), en la región occipital en el rango de tiempo entre los 260 y los 320 ms. Para este componente se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=4,61$ ,  $p<0.05$ ), donde la atención encubierta mostró mayores amplitudes al ser comparada con la atención manifiesta. No se observaron diferencias significativas para la “Validez de la claves” ( $F_{(1,15)}=0,01$ ,  $p=0.90$ ). Tampoco se observaron diferencias significativas para la variable “Focalización de la Atención” ( $F_{(1,15)}=0,48$ ,  $p=0.49$ ). En contraste, se observaron diferencias significativas para la variable “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=8,01$ ,  $p<0.05$ ), donde se apreciaron mayores amplitudes para la condición periférica. Además se apreció una interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” x “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=4,60$ ,  $p<0.05$ ), donde se observa que en la modalidad encubierta se produce un aumento en la diferencia de las amplitudes entre las condiciones focalizada y dividida cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia.

Por último se observó un componente positivo de tipo P3, con máximas amplitudes en regiones centro-parietales, en el rango de tiempo entre los 380 y los 440 ms. Para este componente se apreciaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=28,99$ ,  $p<0.001$ ), donde se observaron mayores amplitudes para la atención manifiesta. De la misma forma se

<b>Tabla 3.- Potenciales Relacionados a Evento a los Estímulos Objetivo</b>					
<b>Amplitudes (<math>\mu\text{V}</math>) por condición</b>		<b>ATENCIÓN ENCUBIERTA</b>		<b>ATENCIÓN MANIFIESTA</b>	
<b>Componente</b>	<b>Región</b>	<b>VALIDA</b>	<b>INVALIDA</b>	<b>VALIDA</b>	<b>INVALIDA</b>
<b>N1</b> 100-200 ms	Occipital	-0.51 $\pm$ 1.51**	-0.60 $\pm$ 1.58	-3.51 $\pm$ 2.89**	-3.22 $\pm$ 2.87**
<b>P2</b> 180-250 ms	Fronto Central	3.77 $\pm$ 2.30***	3.56 $\pm$ 2.44	7.98 $\pm$ 2.43***	6.42 $\pm$ 2.29***
<b>SN</b> 260-320 ms	Occipital	1.69 $\pm$ 2.22*	2.24 $\pm$ 2.31*	3.31 $\pm$ 3.45	2.84 $\pm$ 2.89
<b>P3</b> 380-440 ms	Centro Parietal	3.07 $\pm$ 3.41***	2.66 $\pm$ 3.23	7.85 $\pm$ 4.49***	5.82 $\pm$ 3.76***
<b>Componente</b>	<b>Región</b>	<b>FOCALIZADA</b>	<b>DIVIDIDA</b>	<b>FOCALIZADA</b>	<b>DIVIDIDA</b>
<b>N1</b> 100-200 ms	Occipital	-0.50 $\pm$ 1.35	-0.61 $\pm$ 1.81	-3.42 $\pm$ 2.94**	-3.31 $\pm$ 2.85**
<b>P2</b> 180-250 ms	Fronto Central	3.76 $\pm$ 2.40***	3.58 $\pm$ 2.30	7.87 $\pm$ 2.12***	6.54 $\pm$ 2.56***
<b>SN</b> 260-320 ms	Occipital	2.10 $\pm$ 2.21*	1.84 $\pm$ 2.16*	3.20 $\pm$ 3.22	2.96 $\pm$ 3.07
<b>P3</b> 380-440 ms	Centro Parietal	2.95 $\pm$ 3.40*	2.78 $\pm$ 3.19	7.61 $\pm$ 4.52***	6.06 $\pm$ 3.78***
<b>Componente</b>	<b>Región</b>	<b>CENTRAL</b>	<b>PERIFERICA</b>	<b>CENTRAL</b>	<b>PERIFERICA</b>
<b>N1</b> 100-200 ms	Occipital	-0.60 $\pm$ 1.70	-0.52 $\pm$ 1.43	-3.32 $\pm$ 3.10**	-3.32 $\pm$ 2.81**
<b>P2</b> 180-250 ms	Fronto Central	3.91 $\pm$ 2.39***	3.42 $\pm$ 0.95	7.35 $\pm$ 2.35***	7.07 $\pm$ 2.31***
<b>SN</b> 260-320 ms	Occipital	1.87 $\pm$ 2.18*	1.46 $\pm$ 2.25*	3.29 $\pm$ 3.11	2.75 $\pm$ 3.04*
<b>P3</b> 380-440 ms	Centro Parietal	3.80 $\pm$ 4.06***	1.93 $\pm$ 2.79	7.43 $\pm$ 3.82***	6.23 $\pm$ 4.29***

Valores de media y desviación estándar (media  $\pm$  DS) para cada componente de ERP en cada condición. ANOVA de Medidas Repetidas. n=16. \*=p<0.05, \*\*=p<0.01, \*\*\*=p<0.001

observaron diferencias significativas para la “Validez de la claves” ( $F_{(1,15)}=19,87$ ,  $p<0.001$ ), donde se observaron mayores amplitudes cuando las claves espaciales eran válidas. También se observaron diferencias significativas para la variable “Focalización de la Atención” ( $F_{(1,15)}=7,89$ ,  $p<0.05$ ), donde se apreciaron mayores amplitudes para la condición focalizada. De la misma forma, se observaron diferencias significativas para la variable “Nivel de Excentricidad”

( $F_{(1,15)}=24,06$ ,  $p<0.001$ ), donde se apreciaron mayores amplitudes cuando los estímulos objetivo aparecían en la condición central. Además, se observaron interacciones significativas entre las siguientes variables: (i) “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” ( $F_{(1,15)}=5,80$ ,  $p<0.05$ ), dado que las mayores diferencias de amplitud entre las condiciones válida e inválida se produjeron en la modalidad manifiesta. (ii) “Modalidad Atencional” x “Focalización de la atención” ( $F_{(1,15)}=4,82$ ,  $p<0.05$ ), evidenciando que las mayores diferencias de amplitud entre las condiciones focalizada y dividida se produjeron en la modalidad manifiesta. (iii) “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=4,65$ ,  $p<0.05$ ), dado el hecho que no se aprecia una diferencia de amplitud entre las condiciones válida e inválida en la modalidad encubierta cuando los estímulos objetivo aparecían en la periferia. (iv) “Modalidad Atencional” x “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad” ( $F_{(1,15)}=11,00$ ,  $p<0.01$ ), lo cual muestra que en la modalidad encubierta no se observan diferencias de amplitudes entre las condiciones focalizada y dividida cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia.

En síntesis, se aprecian claras diferencias de amplitud en la mayoría de los potenciales evocados tanto por las claves espaciales como por los estímulos objetivo, con mayores amplitudes para la modalidad manifiesta. En algunos casos, como el de los componentes Nfc y LPC, si bien no se apreciaron diferencias significativas en la variable modalidad atencional, la extracción de potenciales diferencia evidenciaron mayores amplitudes para la modalidad manifiesta. En los potenciales evocados por los estímulos objetivo se apreciaron numerosas interacciones significativas entre las variables estudiadas.

### **3.3.- Movimientos Oculares**

Los análisis de los movimientos oculares se centraron en los indicadores que permiten comparaciones entre las modalidades encubierta y manifiesta. Entre estos se incluyen la distribución espacial de la duración de las fijaciones, el número de fijaciones por ensayo, el número de sacadas por ensayo y el número de parpadeos por ensayo. Además fueron comparadas la duración de las fijaciones, la amplitud de las sacadas y el diámetro pupilar.

Con respecto al análisis de la distribución espacial de las fijaciones, los resultados mostraron que en la atención encubierta sólo el área alrededor del punto de fijación destaca con un Z-score superior a 2.5 desviaciones estándar. En la modalidad manifiesta tanto el área del punto de

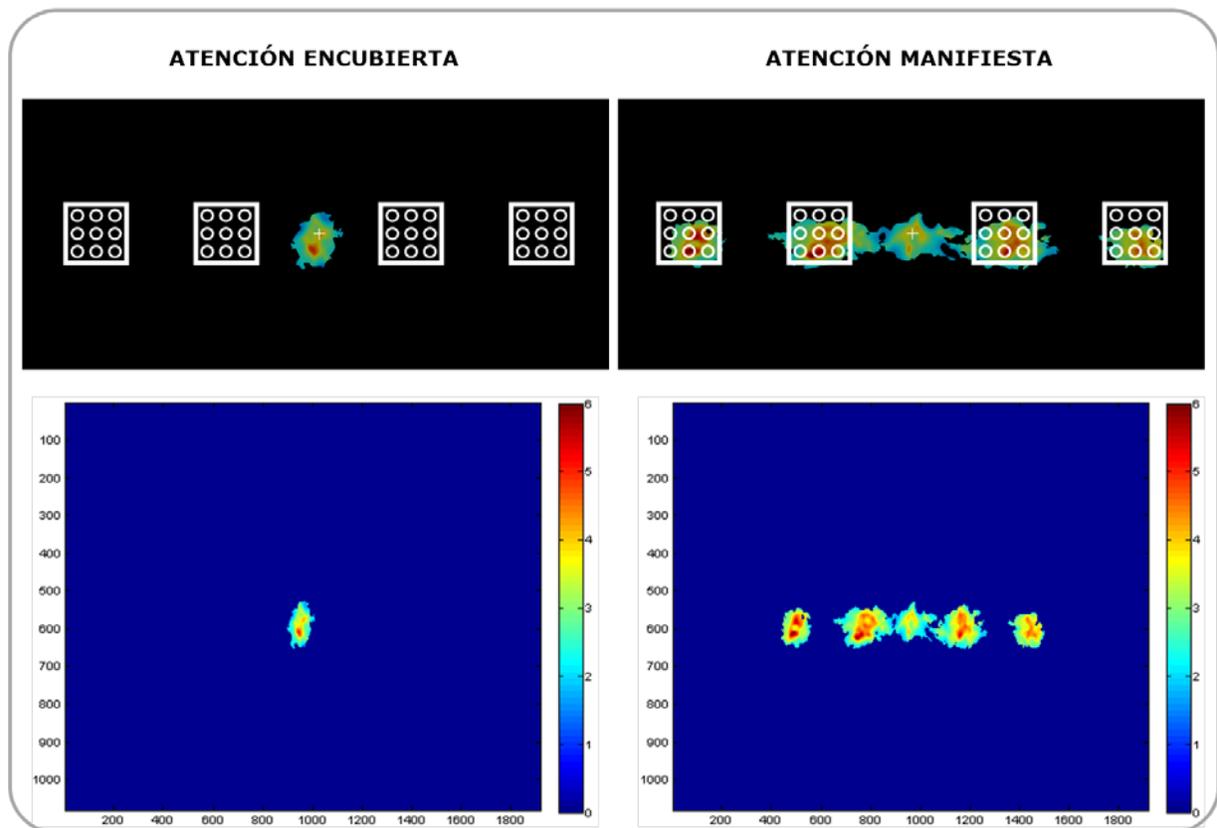


Fig. 13.- Mapas de Fijaciones de Movimientos Oculares.

fijación como las cuatro áreas enmarcadas por las claves espaciales mostraron Z-score significativamente superiores al resto del campo visual. En especial, las áreas centrales de las claves espaciales alcanzan valores máximos de hasta 6 desviaciones estándar por encima de la fijación promedio (Ver Fig. 13).

Acerca del número de fijaciones por ensayo se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=59,98$ ,  $p<0.001$ ), donde destaca un aumento de las fijaciones por ensayo para la modalidad manifiesta. Con respecto a las sacadas por ensayo, también se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=52,63$ ,  $p<0.001$ ), con un mayor número de sacadas para la modalidad manifiesta. En lo referente al número de

parpadeos por ensayo no se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=0,02$ ,  $p=0.87$ ).

Con respecto a la duración de las fijaciones se observaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=39,99$ ,  $p<0.001$ ) donde se observa un aumento de la duración de las fijaciones en la modalidad encubierta. En relación a la amplitud de las sacadas también se apreciaron diferencias significativas entre las modalidades atencionales ( $F_{(1,15)}=841,66$ ,  $p<0.001$ ) donde se observa una mayor amplitud para la modalidad manifiesta. Por último con respecto al diámetro pupilar no se observaron diferencias significativas entre las modalidad atencionales ( $F_{(1,15)}=0,38$ ,  $p=0.54$ ) (Ver Fig. 14)

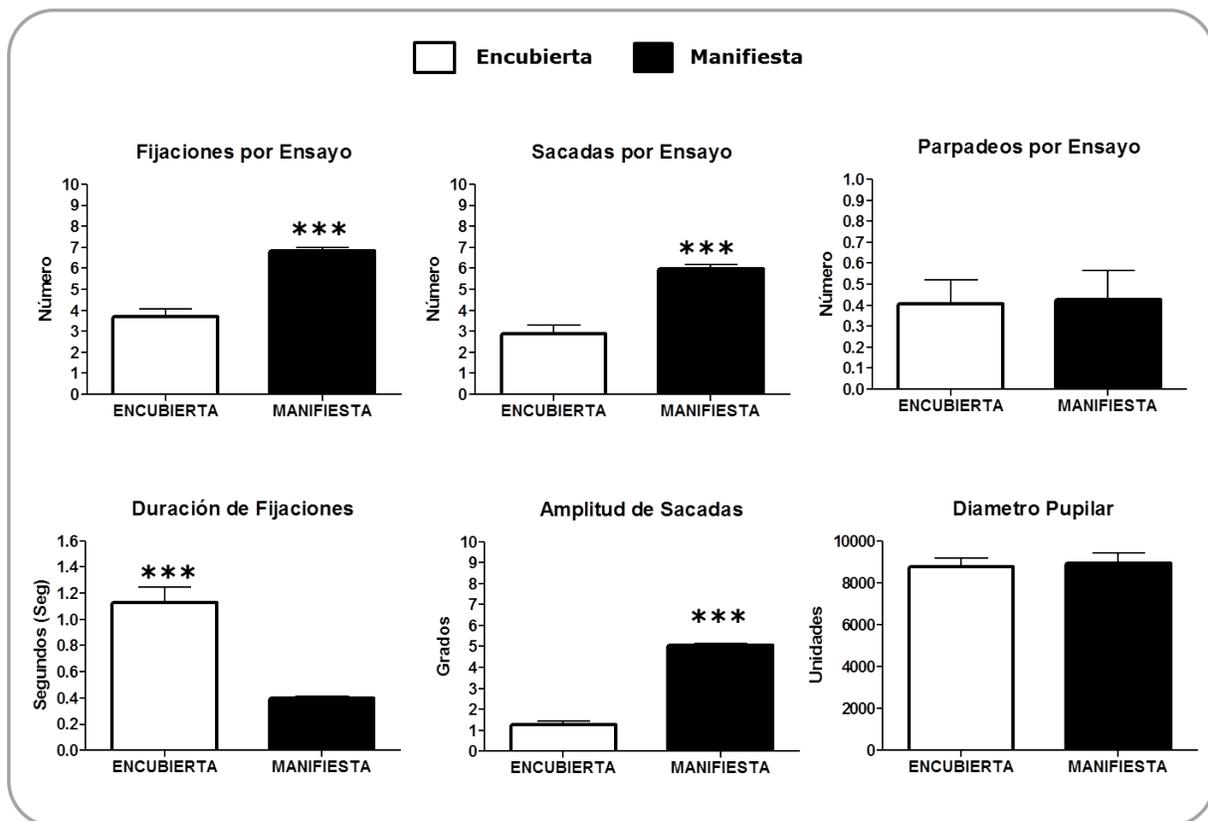


Fig. 14.- Indicadores de Movimientos Oculares. \*=  $p<0.05$ , \*\*=  $p<0.01$ , \*\*\*=  $p<0.001$

#### 4.- DISCUSIÓN

En congruencia con lo planteado en la hipótesis se observaron diferencias significativas, tanto a nivel de tiempos de reacción como a nivel del desempeño conductual, entre las modalidades atencionales encubierta y manifiesta. En términos generales la atención manifiesta evidenció mayores tiempos de reacción y la atención encubierta mostró menores porcentajes de acierto y mayores porcentajes de errores por omisión.

En lo concerniente a los tiempos de reacción, la atención manifiesta mostró aumentos significativos de este indicador en la mayoría de las condiciones evaluadas al ser comparadas con la atención encubierta. Más aún, como lo señalan las interacciones significativas entre las variables “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” y “Modalidad Atencional” x “Focalización de la atención”, este aumento se hace aún más pronunciado en las condiciones donde las claves atencionales no predicen correctamente la aparición de los estímulos objetivo y en las condiciones donde debe dividirse la atención. Sin embargo, no se observan tales diferencias cuando se compara según excentricidad (los estímulos objetivos aparecen en el centro o en la periferia). En contraste, en la atención encubierta no se observan aumentos significativos en los tiempos de reacción cuando las claves no predicen correctamente la aparición de los estímulos objetivos, ni cuando la atención debe ser dividida, pero si se observa un aumento significativo de los tiempos de reacción cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia, como lo revela la interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” x “Nivel de Excentricidad”.

Con respecto al desempeño conductual, se observó una reducción en el porcentaje de aciertos en la modalidad encubierta en la mayoría de las condiciones. Esta diferencia puede ser explicada por la dificultad de los sujetos para discriminar los estímulos objetivos cuando estos aparecen en la periferia en esta modalidad, lo cual se evidencia en la drástica disminución del porcentaje de aciertos cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia, como lo indica la interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” x “Nivel de Excentricidad”, especialmente considerando que cuando los estímulos objetivo aparecen en el centro, los porcentaje de acierto entre ambas modalidades atencionales son similares.

Sobre los errores por comisión, sólo se apreciaron diferencias entre las modalidades atencionales al ser comparadas por el grado de excentricidad, donde en congruencia con los resultados recién expuestos se observó un drástico aumento de los errores por comisión en la condición periférica de la modalidad encubierta, como lo indica la interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” x “Nivel de Excentricidad”. En la misma línea, la modalidad encubierta mostró mayores errores por omisión en todas las condiciones, donde también se apreció un aumento de este tipo errores en la condición periférica.

Los resultados obtenidos son coherentes con estudios conductuales donde se aprecian mayores tiempos de reacción manuales para la atención manifiesta comparada con la atención encubierta (Shepherd et al, 1986; Posner, 1980). Estos estudios pioneros no ponían especial énfasis en estas interacciones. Las consideraban, muchas veces, efectos resultantes de las limitaciones de los diseños experimentales. Sin embargo, el creciente desarrollo tecnológico de las últimas décadas hace que la integración entre el desplazamiento atencional y las operaciones manuales orientadas a oprimir botones sean hoy cada vez más frecuentes en acciones de la vida cotidiana (Green & Bavelier, 2006)

Con respecto a las diferencias en los tiempos de reacción observadas en la modalidad manifiesta para las variables “Validez de las claves” y “Focalización de la atención”, estas estarían relacionadas con los mecanismos que rigen los movimientos oculares y su interacción con los mecanismos de direccionamiento de la atención. Dirigir una sacada hacia un estímulo parafoveal requiere de la planificación motora necesaria para definir el lugar exacto donde la sacada aterrizará; este proceso en la gran mayoría de los casos toma al menos 200 ms (Hutton, 2008). Diversos estudios han demostrado que las localizaciones a las cuales se planea dirigir una sacada muestran una facilitación atencional alrededor de los 200 ms previos a la ejecución de la sacada, lo cual sugiere que el despliegue de atención manifiesta esta precedido por cambios en el direccionamiento de la atención de forma encubierta (Deubel & Schneider, 1996; Godijn & Pratt, 2002; Kowler, Anderson, Doshier, & Blaser, 1995). Además, se ha observado que el dirigir la mirada hacia una localización implica un direccionamiento de la atención hacia esa localización, perdiendo la capacidad de atender a otras localizaciones del espacio en el periodo previo, durante y después de la ejecución de las sacadas (Shepherd, Findlay, & Hockey, 1986). De esta manera,

la misma naturaleza del proceso de atender en forma manifiesta implica que una vez que la atención es orientada por una clave espacial ésta queda anclada desde 200 ms antes del inicio de la sacada, durante la ejecución de la misma y un intervalo de tiempo adicional (Hoffman & Subramaniam, 1995; Kowler et al., 1995). Ello dificulta el desenganche y reorientación de la atención a una nueva ubicación en el caso de una clave inválida o en el caso en el que se presenta más de una clave atencional.

En lo referente a los resultados conductuales en la modalidad encubierta para la variable “Validez de las claves”, podrían ser explicadas por la interacción entre mecanismos exógenos y endógenos que modularían la asignación de recursos atencionales hacia distintas localizaciones en el espacio. Diversos estudios han demostrado que cuando se presentan claves espaciales en localizaciones periféricas, estas capturarían la atención de forma exógena (o refleja) por un período de tiempo limitado, el cual alcanzaría su máxima efectividad en el rango temporal entre los 80-130 ms después de la aparición de las claves (Cheal & Lyon, 1991; Jonides, 1981; H. J. Muller & Rabbitt, 1989). Sin embargo, en los casos en que la tarea asignada requiere mantener la atención en las claves por un período de tiempo mayor (fuera de la ventana de facilitación atencional refleja), la atención pasaría a ser controlada de forma endógena (o voluntaria) (Posner & Cohen, 1984). Una característica que distingue a la facilitación atencional producida de forma exógena de la producida de forma endógena, es que en la primera el valor de predictibilidad de las claves no resulta relevante dado que la facilitación atencional es producida de forma refleja (Jonides, 1981; Riggio & Kirsner, 1997). En cambio, la facilitación atencional endógena estaría directamente relacionada con el nivel de predictibilidad de las claves, donde a mayor predictibilidad de las claves, mayor es el efecto de facilitación atencional (Giordano, McElree, & Carrasco, 2009; Madden, 1992; Vossel, Thiel, & Fink, 2006). En el caso de nuestros resultados, si bien se utilizan claves exógenas, la separación temporal entre las claves espaciales y los estímulos objetivo (700 ms) harían que la atención a las claves se mantuviera de forma endógena y por ende el nivel de predictibilidad de las claves (50%) adquiriera relevancia, reduciendo el efecto de facilitación para las claves válidas.

En el caso de la atención dividida en la modalidad encubierta, ha existido un intenso debate a lo largo de los últimos 30 años, acerca de la posibilidad de atender a dos estímulos no contiguos

simultáneamente (Awh & Pashler, 2000; Cave, Bush, & Taylor, 2010; M. M. Muller, Malinowski, Gruber, & Hillyard, 2003) o si por el contrario el efecto observable resulta de rápidos cambios en la dirección de la atención encubierta (los cuales podrían ocurrir cada 100 a 200 ms) simulando que se atiende a ambos a la vez (Jans, Peters, & De Weerd, 2010; McCormick, Klein, & Johnston, 1998; Posner, 1980). Nuestros resultados no aportan evidencias para dilucidar este debate, pero son coherentes con observaciones previas en las cuales dividir la atención de forma encubierta entre dos claves espaciales, no presenta mayores costos en términos de tiempos de reacción o desempeño conductual (Awh & Pashler, 2000; Bichot et al., 1999).

En relación a la reducción del porcentaje de aciertos y el aumento en el porcentaje de errores de omisión frente a los estímulos periféricos en la modalidad encubierta, este efecto podría ser atribuido a la dificultad de la tarea y no a límites rígidos en la capacidad de despliegue de la atención encubierta. La presencia de los estímulos distractores alrededor de los estímulos objetivos aumentaba la dificultad de discriminación necesaria para cumplir la tarea, especialmente cuando éstos aparecían en localizaciones más alejadas del punto de fijación de la mirada (entre los 11 y 13 grados de excentricidad). Si los estímulos objetivo hubieran sido presentados sin la presencia de distractores, o si los estímulos objetivo y distractores se hubieran diferenciado por más de una característica (color, forma, tamaño, etc.), es altamente probable que no se hubiera observado un deterioro tan marcado del desempeño conductual en la modalidad encubierta, como lo señalan otros experimentos de atención encubierta donde se observa un desempeño estable hasta los 25 grados de excentricidad (Posner, 1980). Nuestros resultados ponen en relieve el hecho de que discriminaciones complejas requieren de mayor agudeza visual y son coherentes con otros estudios que muestran un mayor nivel de deterioro conductual cuando las discriminaciones necesarias para resolver la tarea son más complejas (Bouma, 1970). En este punto resulta importante destacar que la dificultad para discriminar los estímulos objetivos presentados en la periferia no podrían ser considerados como procesos limitados por los datos disponibles, según lo planteado por Norman & Bobrow (1975). Esto dado que el porcentaje de acierto de los estímulos periféricos en la modalidad encubierta se encuentra alrededor del 60%, fuera del rango de respuesta al azar, lo cual hace que la discriminación sea difícil en comparación con los estímulos más cercanos al punto de fijación, pero no en términos absolutos.

Los resultados aquí presentados destacan las características y limitaciones propias de cada modalidad, en el caso de la atención manifiesta limitaciones temporales y en el caso de la atención encubierta limitaciones espaciales. En las situaciones que requieren un redireccionamiento rápido de la atención, la modalidad encubierta resulta más eficiente y se ve menos afectada en términos temporales que la atención manifiesta, que requiere de mayor tiempo para desplazar la atención de una localización espacial a otra. En cambio, la atención encubierta pierde capacidad de discriminación a medida que los estímulos a atender se ubican en localizaciones más periféricas al punto de fijación, lo cual se evidencia por los aumentos en los tiempos de reacción y un deterioro en el desempeño conductual. Estos resultados apoyan la propuesta de un rol complementario entre ambas modalidades atencionales en situaciones de alta demanda atencional (Luck, 2009).

En lo relativo a los resultados de rastreo de los movimientos oculares, se observaron claras diferencias entre los indicadores que permiten comparación entre las modalidades atencionales. En el caso de la distribución espacial de las fijaciones oculares pesadas por su duración, se observó que en la modalidad encubierta las fijaciones se concentraron en el área alrededor de la cruz de fijación, cumpliendo las instrucciones asignadas para la tarea, y en la modalidad manifiesta se observaron mayores concentraciones de fijaciones en las áreas donde se presentaron los estímulos atender. Además se observaron mayor cantidad de fijaciones por ensayo para la modalidad manifiesta y mayor duración de las mismas en la modalidad encubierta. En relación a las sacadas, se observaron mayor número de sacadas por ensayo, y mayor amplitud de estas, en la modalidad manifiesta. Otros indicadores como los parpadeos por ensayo y el diámetro pupilar no mostraron diferencias significativas entre las modalidades atencionales.

La distribución espacial de las fijaciones en la modalidad manifiesta mostró una mayor cantidad de fijaciones al centro de los marcos donde se localizaban los arreglos de estímulos entre los que aparecía el estímulo objetivo. Esta distribución de las fijaciones podría estar influida por el efecto denominado como “centro de gravedad” descrito en una serie de estudios (Findlay, 1982; Kowler, 2011) en los cuales cuando los estímulos objetivos aparecen rodeados de estímulos distractores, las sacadas dirigidas hacia los estímulos objetivo terminan entre el estímulo objetivo y los estímulos distractores. Otra posible explicación para estos resultados es que los arreglos de

estímulos y los marcos utilizados como claves espaciales sean procesados e integrados como objetos únicos y por ende la mayoría de las sacadas aterriza al centro de estos objetos, seleccionando todos los elementos que conforman estos objetos (Chen, 2012; Scholl, 2001).

Con respecto a los potenciales relacionados a evento evocados por las claves espaciales, se observaron los componentes N1, P2, PP3, Nfc, LPC y CNV, los cuales mostraron diferencias significativas en las variables analizadas “Modalidad atencional” y “Focalización de la Atención”. En el caso de los componentes Nfc y LPC, si bien no se observaron diferencias significativas en la variable “Modalidad Atencional”, se observaron interacciones significativas entre las variables “Modalidad Atencional” y “Focalización de la Atención”. El efecto responsable de estas interacciones fue aislado a través de la extracción de potenciales diferencia (dividida-focalizada), los cuales mostraron un aumento significativo de las amplitudes para la modalidad manifiesta. Estos resultados muestran un claro patrón de mayores amplitudes para la modalidad manifiesta (con la sola excepción del componente N1), lo cual será discutido en mayor detalle más adelante.

En los Potenciales relacionados a evento evocados por los estímulos objetivos se observaron cuatro componentes N1, P2, SN y P3, estos mostraron diferencias significativas al menos en una de las cuatro variables principales analizadas en este estudio. En cuanto a las interacciones significativas observadas entre las variables estudiadas en los distintos componentes, se observó la presencia de una interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” y “Validez de las Claves” en los componentes N1, P2 y P3. En estos tres componentes se observó que las mayores diferencias de amplitudes entre las condiciones válida e inválida se produjeron en la modalidad manifiesta. De forma similar, se observaron interacciones significativas entre las variables “Modalidad Atencional” y “Focalización de la Atención” en los componentes P2 y P3. En ambos casos la significación de las interacciones se debería a que las mayores diferencias de amplitudes entre las condiciones focalizada y dividida se produjeron en la modalidad manifiesta. Estos resultados son coherentes con los resultados observados en los tiempos de reacción, donde las mayores diferencias tanto a nivel de “Validez de las claves” como a nivel de “Focalización de la Atención” se producen en la modalidad manifiesta. De esta forma, tanto los indicadores conductuales como los de actividad cerebral mostrarían mayores dificultades en la modalidad

manifiesta para redirigir la atención en los casos en que las claves no predicen correctamente la aparición de los estímulos objetivos y cuando se debe dividir la atención entre dos localizaciones espaciales. Estas dificultades se verían reflejadas en mayores tiempos de reacción y menores amplitudes en los componentes de ERP asociados al procesamiento atencional.

Por otro lado, se apreciaron interacciones significativas entre las variables “Modalidad Atencional” x “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad” en los componentes SN y P3. En el caso del componente SN esta interacción se debería a que en la modalidad encubierta se produciría un aumento en la diferencia de las amplitudes entre las condiciones focalizada y dividida cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia. De forma opuesta, en el caso del componente P3 esta interacción reflejaría el hecho de que en la modalidad encubierta no se observan diferencias de amplitudes entre las condiciones focalizada y dividida cuando los estímulos objetivo aparecen en la periferia. En la misma línea, se apreció una interacción significativa entre las variables “Modalidad Atencional” x “Validez de las Claves” x “Nivel de Excentricidad” en el componente P3. Esta interacción se explicaría porque no se aprecia una diferencia de amplitud entre las condiciones válida e inválida en la modalidad encubierta cuando los estímulos objetivo aparecían en la periferia. Estos resultados también resultan coherentes con los resultados de desempeño conductual donde se observa una disminución del porcentaje de acierto y un aumento de los errores de omisión en la modalidad encubierta cuando los estímulos aparecen en la periferia. De la misma forma, los potenciales relacionados a evento evocados por los estímulos objetivo reflejan las dificultades que se presentan en la modalidad encubierta cuando los estímulos a atender se alejan del punto de fijación de la mirada.

Además, en el componente P2 se apreciaron las siguientes interacciones “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad”, la cual se explicaría dado a que se observa una disminución de la amplitud cuando la atención debía dividirse y los estímulos objetivo aparecían en la periferia. “Validez de las Claves” x “Focalización de la Atención” x “Nivel de Excentricidad”, esto se debería a que las mayores disminuciones en la amplitud de este componente se producirían cuando las claves espaciales eran inválidas, la atención debía ser dividida y los estímulos objetivo se encontraban en la periferia. Estas interacciones dan cuenta de la sensibilidad del componente P2 con respecto a las condiciones extremas que exhiben mayores

dificultades en el cumplimiento de la tarea asignada de forma independiente a la modalidad atencional empleada.

En la literatura, los componentes P1-N1 han sido relacionados directamente a procesos de selección atencional, donde se han observado mayores amplitudes para estímulos que son atencionalmente seleccionados y en el caso de la atención visual espacial, la selección de áreas del espacio que reciben un procesamiento atencional amplificado (Hillyard & Anllo-Vento, 1998). Sin embargo, estudios de búsqueda visual han demostrado la existencia de una segregación funcional entre los componentes P1-N1. En los casos cuando se debía detectar una sola característica de los estímulos (Por Ej. color) o cuando la diferencia entre la aparición de la claves espaciales y los estímulos objetivo era igual o superior a los 400 ms, se aprecian mayores amplitudes del componente N1 para los estímulos atendidos, pero no se aprecian diferencias en el componente P1 (Luck, Fan, & Hillyard, 1993; Luck & Hillyard, 1995). Estas observaciones resultan coherentes con nuestros resultados donde no se aprecian diferencias para el componente P1; pero se aprecian claras diferencias para el componente N1. Esto se debería a que en el diseño experimental utilizado en este estudio la diferencia entre los estímulos objetivo y los distractores estaba dada por una sola característica (su forma) y la separación temporal entre las claves espaciales y los estímulos era de 700 ms.

En los resultados obtenidos en este estudio, el componente N1 evocado por las claves destaca la selección atencional que se produce cuando aparecen dos claves a las cuales se debe atender (atención dividida) lo cual reflejaría el costo en la asignación de recursos atencionales en dos áreas del espacio, independientemente de la modalidad atencional utilizada. El hecho de que no se observen diferencias significativas de amplitud entre las modalidades atencionales sugiere que en esta etapa temprana de procesamiento la modalidad o estrategia de direccionamiento atencional utilizada no resulta relevante y establece un punto de comparación en igualdad de condiciones, el cual descartaría que las mayores amplitudes para modalidad manifiesta, observadas en los componentes subsecuentes, sean resultado de efectos de selección o facilitación global producida a lo largo de la tarea. De esta forma, las diferencias observadas en esta etapa se deben a las dificultades de la tarea y no a la modalidad atencional utilizada. En el caso del componente N1 a los estímulos objetivo, se puede apreciar el efecto de la selección atencional

previa que se aprecia en la mayor amplitud de la mayoría de los componentes evocados durante el procesamiento de las claves, en pro de la modalidad manifiesta. Además, se observa una mayor amplitud para la condición válida, cuando la aparición del estímulo objetivo es predicho correctamente por las claves espaciales, lo cual es coherente con lo descrito en la literatura donde las áreas del espacio en las cuales aparecen las claves espaciales son facilitadas atencionalmente (Hillyard & Anllo-Vento, 1998).

Los componentes de tipo P2 también fueron observados tanto a nivel de las claves espaciales como de los estímulos objetivo. En el caso del componente P2 evocado por las claves atencionales, este presenta grandes similitudes en latencia y morfología con el componente observado por Ortega et al. (2013) el cual utilizaba un diseño similar. En ese estudio, este componente fue asociado con el esfuerzo inhibitorio necesario para orientar la atención hacia las localizaciones espaciales indicadas por las claves espaciales, mientras se inhiben el resto de las localizaciones irrelevantes. Lo anterior resulta congruente con los resultados del presente estudio donde se aprecian mayores amplitudes para la condición donde se debe dividir la atención entre dos claves espaciales. Respecto al componente P2 evocado por los estímulos objetivo, se han observado componentes de este tipo en tareas de búsqueda visual donde han sido asociados a la selección atencional y a la detección de las características que distinguen a los estímulos objetivos de estímulos distractores que los rodean (Hillyard & Munte, 1984; Luck & Hillyard, 1994). En este contexto, las diferencias de amplitud de este componente reflejan las dificultades en la detección de los estímulos objetivos apreciándose menores amplitudes en las condiciones inválida y dividida para la modalidad manifiesta y menores amplitudes para la condición periférica en ambas modalidades.

El componente SN ha sido descrito como la expresión de la selección preferente de un área del espacio visual en detrimento del resto (Hillyard & Anllo-Vento, 1998). Esto se manifiesta en un componente negativo cuya amplitud se incrementa clásicamente cuando el estímulo aparece en un área del espacio que ha sido correctamente predicha por una clave espacial (Ortega et al., 2013). En el presente diseño la situación ideal para evocar una SN es cuando se presenta una única clave espacial en la periferia del espacio visual en condición de atención encubierta. En concordancia con lo antes descrito es en esta situación que la SN alcanza máxima amplitud y se

diferencia significativamente del resto. Sin embargo, el componente es claramente identificable en el resto de las condiciones dado que en todas existe un área del espacio que es favorecida para ser atendida preferencialmente. En la condición encubierta y cuando la clave aparece en la periferia del campo visual este proceso de selección resulta sin dudas más costoso en términos de esfuerzo de desplazamiento y sostenimiento de la atención lo cual se ve reflejado en una mayor amplitud. Esto concuerda con resultados clásicos sobre la modulación de amplitud de la SN en relación a la complejidad o dificultad de la tarea o la necesidad de una discriminación más compleja (Hillyard & Munte, 1984).

En relación al componente Nfc, esta negatividad ha sido recientemente descrita por Kelly et al. (2010) en un estudio que comparaba la actividad cerebral en tareas de atención encubierta y manifiesta, en presencia o ausencia de distractores. En este estudio se observó un aumento de la amplitud de este componente en la tarea de atención manifiesta, cuando la clave espacial era presentada en conjunto con un estímulo distractor. Los autores de este estudio relacionan este componente con la programación de sacadas en situaciones de conflicto donde se deben dirigir sacadas a estímulos objetivo en presencia de estímulos distractores (Kelly et al., 2010). Lo anterior resulta congruente con nuestros resultados, ya que se observa una mayor amplitud de este componente en la condición de atención dividida en la modalidad manifiesta.

El componente que aquí describimos como PP3 se encuentra en una ventana temporal compartida por el cierre del componente P2 y el Nfc. Es seguido por los componentes CNV y LPC que, en general, son interpretados como expresión del establecimiento de un set de preparación, que involucra tanto procesos atencionales anticipatorios y de preparación motora, para el procesamiento del estímulo objetivo que se espera (Brunia, 1999; Spencer, Dien, & Donchin, 2001). En este contexto no se puede descartar que el componente PP3 resulte de la conjunción de dipolos generadores de los componentes que le anteceden y suceden (Luck, 2005). Sin embargo, el análisis estadístico de esta onda muestra que ella tiene un comportamiento muy similar al observado para la ECNV. Es por ello que bien puede ser un indicador de preparación para el procesamiento perceptual del estímulo objetivo. Es decir, representaría esfuerzo inhibitorio que favorece un área particular del campo visual señalizada por la clave inhibiendo el resto del espacio visual. A favor de esta interpretación está el hecho de que muestra una mayor amplitud

para la atención manifiesta, que es donde las claves espaciales resultan más relevantes pues indican el área hacia la cual debe dirigirse la mirada. Esta última línea de argumentación está en concordancia con lo expuesto por otros autores que, utilizando otros diseños experimentales, destacan que una clave espacial efectiva resultaría en la inhibición de otras áreas del campo visual (Hillyard & Mangun, 1986).

Con respecto al componente P3 evocado por los estímulos objetivo, este presenta las características de morfología y latencia clásicas descritas para el componente P3b, que se caracteriza por mostrar mayores amplitudes en las áreas centro-parietales del cuero cabelludo (Polich, 2007). Si bien existe un amplio debate acerca de los procesos que estarían a la base de la generación de este componente, existen reportes que lo han relacionado con la cantidad de recursos perceptuales y atencionales invertidos en la resolución de la tarea asignada, donde se aprecian disminuciones de su amplitud a medida que la dificultad de la tarea aumenta (Kok, 2001). Estas observaciones coinciden con nuestros resultados donde se aprecia una disminución de la amplitud de este componente en las condiciones “inválida” y “dividida”, especialmente en el caso de modalidad manifiesta y la condición “periférica” en ambas modalidades.

Los resultados de este estudio muestran un claro patrón de mayor actividad cerebral para la modalidad manifiesta, lo cual implicaría un mayor reclutamiento de áreas cerebrales y un mayor gasto de recursos atencionales y energéticos en esta modalidad. Estudios de fMRI que han comparado las áreas que se activan en tareas de atención encubierta y manifiesta utilizando claves exógenas, han reportado mayor actividad cerebral y una mayor cantidad de áreas cerebrales involucradas en las tareas de atención manifiesta (de Haan et al, 2008, Beauchamp et al, 2001). Estos autores relacionan los aumentos de actividad a la actividad cerebral relacionada a los movimientos oculares. Sin embargo, la escasa resolución temporal de esta técnica no permite comprender el detalle de la temporalidad del fenómeno y tampoco descartar que se trate de procesos independientes o seriales que aparecen sumados.

En esta línea, el efecto que produciría la actividad relacionada a los movimientos oculares en las diferencias de actividad observadas en los componentes evocados por las claves no se pueden descartar, especialmente en los componentes Nfc, LLP y CNV, los cuales han sido relacionados

con aspectos tanto motores (o de preparación motora) como cognitivos (Brunia, 1999; Kelly et al., 2010; Spencer et al., 2001). En cambio, las diferencias observadas en los componentes de ERP evocados durante el procesamiento de los estímulos objetivo resultan difíciles de atribuir a la actividad cerebral asociada a los movimientos oculares; pues estos ya se habrían ejecutado. Una explicación alternativa es que las mayores amplitudes de los componentes tempranos evocados en la modalidad manifiesta se deban a que estos son procesados fovealmente, a diferencia de los estímulos en la modalidad encubierta que son procesados periféricamente (Cavanagh, 2011). Sin embargo, en el presente estudio hemos encontrado también diferencias en componentes más tardíos.

Al comparar nuestros resultados con los estudios previos de ERP descritos en la introducción (Eimer et al., 2007; Kelly et al., 2010; van der Lubbe et al., 2006), resulta llamativo que éstos sólo encuentren modestas diferencias al comparar los componentes evocados por ambas modalidades atencionales, donde destaca una menor amplitud del componente LDAP en la modalidad manifiesta. A diferencia, nuestros resultados muestran mayores amplitudes para la modalidad manifiesta en la mayoría de los componentes analizados. Además, nuestras observaciones resultan coherentes con recientes estudios que comparan las modalidades encubierta y manifiesta en tareas de interface cerebro-computador donde también se reportan mayores actividades de potenciales relacionados a evento y de potenciales de estado estable para la modalidad manifiesta (Treder & Blankertz, 2010; Walter, Quigley, Andersen, & Mueller, 2012). En nuestra visión, los estudios recién mencionados y el nuestro coinciden en utilizar diseños experimentales complejos que aumentan la dificultad de la tarea asignada, lo cual nosotros proponemos sería un factor relevante para las diferencias observadas entre las modalidades atencionales.

Una gran cantidad de estudios han utilizado la dificultad de la tarea como una variable importante para evaluar los procesos atencionales, así como su interrelación con otros procesos cognitivos (Alvarez & Cavanagh, 2004; Gopher, Brickner, & Navon, 1982; Huang & Pashler, 2005; Treisman & Gelade, 1980). En esta línea, la teoría de carga perceptual de la atención (Lavie, 2005; Lavie & Tsal, 1994) relaciona la dificultad de la tarea con el concepto de “carga perceptual”, el cual sería un factor principal en la determinación de si la selección atencional se produce en etapas tempranas o tardías de procesamiento. Sin embargo, esta propuesta ha recibido

críticas con respecto a la vaguedad y circularidad en la definición del concepto de carga perceptual (Benoni & Tsal, 2013; Giesbrecht, Sy, Bundesen, & Kyllingsbaek, 2014). La mayoría de los autores recién citados coinciden en lo problemático que resulta operacionalizar y establecer parámetros de comparación objetivos entre los grados de dificultad de distintas tareas. Una excepción es el uso de paradigmas de tareas duales (Kantowitz & Knight, 1978), donde la dificultad de una tarea se puede establecer por el efecto que produce en el desempeño de otra tarea ejecutada de forma simultánea y viceversa. Otros investigadores han privilegiado, de forma implícita o explícita, los diseños experimentales simples (Posner, 1980), lo cual permitiría una operacionalización más precisa y un mejor control de las variables involucradas. Si bien esto último ha permitido un avance en el conocimiento y un desarrollo teórico importante, se corre el riesgo de establecer principios teóricos acerca de la forma en que operan los procesos cognitivos basados en observaciones experimentales puntuales que pueden o no corresponder a como estos procesos ocurren en escenarios complejos de la vida cotidiana.

## **5.- CONCLUSIONES**

Los resultados expuestos sugieren que el despliegue de la atención, tanto en forma encubierta como manifiesta, sigue un patrón altamente flexible; con dinámicas que permiten adaptarlo a las demandas cambiantes de las distintas etapas de la tarea. Las múltiples interacciones significativas observadas en nuestros resultados confirman nuestras hipótesis acerca de la relevancia que tienen los factores estudiados en las diferencias entre el procesamiento atencional encubierto y manifiesto. De esta forma, en el procesamiento de las claves espaciales se aprecia mayor actividad cerebral para la condición dividida, la cual resultaría más costosa en términos de distribución de recursos atencionales. En cambio, con la aparición de los estímulos objetivos se produciría una redistribución de los recursos atencionales en pro a la tarea asignada. Esto se refleja en una mayor amplitud de los potenciales evocados en las situaciones donde resulta más fácil detectar el estímulo objetivo, especialmente en la modalidad manifiesta, O sea, en esta modalidad se observa un incremento de la amplitud de los componentes estudiados cuando los estímulos son correctamente predichos por las claves (condición válida), cuando la atención se debe dirigir a una sola localización (condición focalizada) y cuando los estímulos objetivo aparecen en las localizaciones centrales.

Los resultados de tiempos de reacción como los potenciales evocados por los estímulos objetivo sugieren que la modalidad manifiesta es menos eficiente en las situaciones donde se requieren cambios rápidos en la dirección de la atención. Por ejemplo, situaciones en que las claves no predicen correctamente el sitio de aparición de los estímulos objetivo o cuando los estímulos objetivo pueden aparecer en dos localizaciones espaciales distintas. Esto se refleja en aumentos de los tiempos de reacción y en la disminución de las amplitudes de los componentes P2 y P3. Por el contrario, en la modalidad encubierta no se observan aumentos significativos en los tiempos de reacción, ni se aprecian diferencias entre las amplitudes de los componentes antes mencionados en situaciones similares a las descritas. Esto evidenciaría una clara asimetría entre las modalidades atencionales: se pueden realizar rápidos cambios en el direccionamiento de la atención sin la necesidad de movimientos oculares, pero al contrario los movimientos oculares necesariamente involucran un cambio en la dirección de la atención (Shepherd et al., 1986). Cabe señalar que estas diferencias se ven potenciadas por la manipulación experimental. En situaciones de exploración natural en un ambiente ecológico, ambas modalidades podrían complementarse en una única estrategia de despliegue atencional. Los resultados de este estudio ponen de manifiesto las diferencias entre ambas modalidades atencionales en situaciones de alta demanda atencional que pueden semejar de alguna forma situaciones de la vida cotidiana, pero en un ambiente de estimulación controlado.

Entre los objetivos del presente trabajo no se encuentra el contrastar, confirmar o refutar la teoría premotora de la atención o aquellas que postulan la independencia entre los movimientos oculares y el desplazamiento atencional. Sin embargo, nuestros resultados apoyan la hipótesis de que los mecanismos cerebrales involucrados en ambas modalidades atencionales están altamente traslapados y son altamente interdependientes (Smith & Schenk, 2012). Evidencia de ello es la similitud de los componentes de ERP evocados en ambas condiciones atencionales que se observan en el presente trabajo. Lo anterior se contrapone a lo esperable desde posiciones más extremas, como las que plantean la absoluta independencia de los mecanismos generadores (Hunt & Kingstone, 2003; Posner, 1980). Por otra parte, las evidentes diferencias en la amplitud de la mayoría de los componentes del ERP entre las modalidades manifiesta y encubierta no concuerdan con la existencia de un mecanismo único como lo plantea la teoría premotora de la atención (Rizzolatti et al., 1987). A pesar de la evidencia acumulada a este respecto en los

últimos años, ambas propuestas mantienen su vigencia y han enfocado el eje de discusión de la relación entre estas modalidades a los mecanismos que las subyacen y no a cómo estas operan en distintos ambientes o situaciones.

Los resultados aquí presentados muestran un panorama en el que el despliegue atencional natural resulta de la participación coordinada de ambas modalidades atencionales. La atención encubierta parece ser mucho más que una condición deseable para explorar la atención en el laboratorio y evitar el "artefacto" causado por los movimientos oculares. De hecho, ella parece ser un componente indispensable para el despliegue atencional en condiciones naturales. El verdadero desafío es identificar estos desplazamientos encubiertos de la atención en forma objetiva en situaciones en las que el individuo también puede mover sus ojos. Hasta hoy ello únicamente se intuye a partir del desempeño en tareas en las que no se observan desplazamientos manifiestos a determinados estímulos y aun así la información por ellos aportada impacta la conducta (Land, 2009).

Una revisión exhaustiva de la literatura contemporánea sobre la atención muestra aun una visión fragmentaria, con una segregación casi total de los estudios y autores que trabajan la atención encubierta y atención manifiesta. Son escasos los estudios en que se abordan ambas modalidades a menos que sea, como en el presente, para realizar una comparación entre ellas. Resulta necesaria una nueva aproximación al estudio de la atención que considere válidas ambas formas de despliegue atencional y asuma desde el comienzo que ambas estarán presentes. Solo de esa forma podremos comprender la estrategia de despliegue atencional de un individuo en un ambiente natural. Es por ello que consideramos que el presente estudio resulta valioso en términos de aportar a la caracterización de los indicadores objetivos conductuales y electrofisiológicos de estas dos formas de desplegar la atención. Futuros diseños deben estudiar estos patrones en condiciones de exploración espontánea, en que se permita al sujeto fluir de una forma de despliegue atencional a otra de manera natural y aun así se pueda identificar el desplazamiento de su atención.

## 6.- REFERENCIAS

- Alvarez, G. A., & Cavanagh, P. (2004). The capacity of visual short-term memory is set both by visual information load and by number of objects. *Psychological Science, 15*(2), 106-111.
- Awh, E., & Pashler, H. (2000). Evidence for split attentional foci. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance, 26*(2), 834-846.
- Benoni, H., & Tsal, Y. (2013). Conceptual and methodological concerns in the theory of perceptual load. *Frontiers in Psychology, 4*, 522. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00522
- Bichot, N., Cave, K., & Pashler, H. (1999). Visual selection mediated by location: Feature-based selection of noncontiguous locations. *Attention, Perception, & Psychophysics, 61*(3), 403-423. doi: 10.3758/bf03211962
- Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature, 226*(5241), 177-178.
- Brunia, C. H. (1999). Neural aspects of anticipatory behavior. *Acta Psychologica, 101*(2-3), 213-242.
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research, 51*(13), 1484-1525. doi: 10.1016/j.visres.2011.04.012
- Carrasco, M., Ling, S., & Read, S. (2004). Attention alters appearance. *Nature Neuroscience, 7*(3), 308-313.
- Cavanagh, P. (2011). Visual cognition. *Vision Research, 51*(13), 1538-1551. doi: 10.1016/j.visres.2011.01.015
- Cave, K. R., Bush, W. S., & Taylor, T. G. G. (2010). Split attention as part of a flexible attentional system for complex scenes: Comment on Jans, Peters, and De Weerd (2010). *Psychological Review, 117*(2), 685-695. doi: 10.1037/a0019083

- Corbetta, M. (1998). Frontoparietal cortical networks for directing attention and the eye to visual locations: Identical, independent, or overlapping neural systems? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95*(3), 831-838.
- Corbetta, M., Akbudak, E., Conturo, T. E., Snyder, A. Z., Ollinger, J. M., Drury, H. A., . . . Shulman, G. L. (1998). A Common Network of Functional Areas for Attention and Eye Movements. *Neuron*, *21*(4), 761-773. doi: 10.1016/s0896-6273(00)80593-0
- Cheal, M., & Lyon, D. R. (1991). Central and peripheral precuing of forced-choice discrimination. *Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, *43*(4), 859-880.
- Chen, Z. (2012). Object-based attention: A tutorial review. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *74*(5), 784-802. doi: 10.3758/s13414-012-0322-z
- Deubel, H., & Schneider, W. X. (1996). Saccade target selection and object recognition: evidence for a common attentional mechanism. *Vision Research*, *36*(12), 1827-1837.
- Duncan, J. (1979). Divided attention: the whole is more than the sum of its parts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *5*(2), 216-228.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, *96*(3), 433-458.
- Eason, R. G., Harter, M. R., & White, C. T. (1969). Effects of attention and arousal on visually evoked cortical potentials and reaction time in man. *Physiology and Behavior*, *4*(3), 283-289. doi: 10.1016/0031-9384(69)90176-0
- Eimer, M., van Velzen, J., Gherri, E., & Press, C. (2007). ERP correlates of shared control mechanisms involved in saccade preparation and in covert attention. *Brain Research*, *1135*, 154-166. doi: 10.1016/j.brainres.2006.12.007

- Findlay, J. M. (1982). Global visual processing for saccadic eye movements. *Vision Research*, 22(8), 1033-1045.
- Giesbrecht, B., Sy, J., Bundesen, C., & Kyllingsbaek, S. (2014). A new perspective on the perceptual selectivity of attention under load. *Annals of the New York Academy of Sciences*. doi: 10.1111/nyas.12404
- Giordano, A. M., McElree, B., & Carrasco, M. (2009). On the automaticity and flexibility of covert attention: A speed-accuracy trade-off analysis. *Journal of Vision*, 9(3). doi: 10.1167/9.3.30
- Godijn, R., & Pratt, J. (2002). Endogenous saccades are preceded by shifts of visual attention: evidence from cross-saccadic priming effects. *Acta Psychologica*, 110(1), 83-102.
- Gopher, D., Brickner, M., & Navon, D. (1982). Different difficulty manipulations interact differently with task emphasis: evidence for multiple resources. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8(1), 146-157.
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006). The Cognitive neuroscience of video games. In P. Messaris & L. Humphreys (Eds.), *Digital Media: Transformations in Human Communication* (pp. 211-224). New York: Peter Lang.
- Harter, M. R., Miller, S. L., Price, N. J., LaLonde, M. E., & Keyes, A. L. (1989). Neural Processes Involved in Directing Attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1(3), 223-237. doi: 10.1162/jocn.1989.1.3.223
- Hillyard, S. A., & Anllo-Vento, L. (1998). Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(3), 781-787.
- Hillyard, S. A., & Mangun, G. R. (1986). The neural basis of visual selective attention: a commentary on Harter and Aine. *Biological Psychology*, 23(3), 265-279.

- Hillyard, S. A., & Munte, T. F. (1984). Selective attention to color and location: an analysis with event-related brain potentials. *Perception and Psychophysics*, *36*(2), 185-198.
- Hoffman, J. E., & Subramaniam, B. (1995). The role of visual attention in saccadic eye movements. *Perception and Psychophysics*, *57*(6), 787-795.
- Hopf, J. M., & Mangun, G. R. (2000). Shifting visual attention in space: an electrophysiological analysis using high spatial resolution mapping. *Clinical Neurophysiology*, *111*(7), 1241-1257.
- Huang, L., & Pashler, H. (2005). Attention capacity and task difficulty in visual search. *Cognition*, *94*(3), B101-111. doi: 10.1016/j.cognition.2004.06.006
- Hunt, A. R., & Kingstone, A. (2003). Covert and overt voluntary attention: linked or independent? *Cognitive Brain Research*, *18*(1), 102-105. doi: 10.1016/j.cogbrainres.2003.08.006
- Hutton, S. B. (2008). Cognitive control of saccadic eye movements. *Brain and Cognition*, *68*(3), 327-340. doi: 10.1016/j.bandc.2008.08.021
- Jans, B., Peters, J. C., & De Weerd, P. (2010). Visual spatial attention to multiple locations at once: The jury is still out. *Psychological Review*, *117*(2), 637-682. doi: 10.1037/a0019082
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control of the mind's eye's movement. In J. Long & A. D. Baddeley (Eds.), *Attention & performance IX* (pp. 187-203). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. Englewood Cliffs, N.J.,: Prentice-Hall.
- Kantowitz, B. H., & Knight, J. L. (1978). When is an easy task difficult and vice versa? A reply to lane. *Acta Psychologica*, *42*(2), 163-170. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0001-6918\(78\)90014-8](http://dx.doi.org/10.1016/0001-6918(78)90014-8)

- Kelly, S. P., Foxe, J. J., Newman, G., & Edelman, J. A. (2010). Prepare for conflict: EEG correlates of the anticipation of target competition during overt and covert shifts of visual attention. *European Journal of Neuroscience*, *31*(9), 1690-1700. doi: 10.1111/j.1460-9568.2010.07219.x
- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, *38*(3), 557-577.
- Kotchoubey, B. (2006). Event-related potentials, cognition, and behavior: a biological approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *30*(1), 42-65. doi: 10.1016/j.neubiorev.2005.04.002
- Kowler, E. (2011). Eye movements: the past 25 years. *Vision Research*, *51*(13), 1457-1483. doi: 10.1016/j.visres.2010.12.014
- Kowler, E., Anderson, E., Doshier, B., & Blaser, E. (1995). The role of attention in the programming of saccades. *Vision Research*, *35*(13), 1897-1916.
- Kuhn, G., & Findlay, J. M. (2010). Misdirection, attention and awareness: inattention blindness reveals temporal relationship between eye movements and visual awareness. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *63*(1), 136-146. doi: 10.1080/17470210902846757
- Land, M. F. (2009). Vision, eye movements, and natural behavior. *Visual Neuroscience*, *26*(01), 51-62. doi: doi:10.1017/S0952523808080899
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, *9*(2), 75-82. doi: 10.1016/j.tics.2004.12.004
- Lavie, N., & Tsal, Y. (1994). Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception and Psychophysics*, *56*(2), 183-197.
- Lennie, P. (2003). The Cost of Cortical Computation. *Current Biology*, *13*(6), 493-497. doi: 10.1016/s0960-9822(03)00135-0

- Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Luck, S. J. (2009). The spatiotemporal dynamics of visual-spatial attention. In D. Cosmelli & F. Aboitiz (Eds.), *From attention to goal-directed behavior: neurodynamical, methodological and clinical trends* (pp. 51-66). Amsterdam: Springer.
- Luck, S. J., Fan, S., & Hillyard, S. A. (1993). Attention-related modulation of sensory-evoked brain activity in a visual search task. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 5(2), 188-195. doi: 10.1162/jocn.1993.5.2.188
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1994). Electrophysiological correlates of feature analysis during visual search. *Psychophysiology*, 31(3), 291-308.
- Luck, S. J., & Hillyard, S. A. (1995). The role of attention in feature detection and conjunction discrimination: an electrophysiological analysis. *International Journal of Neuroscience*, 80(1-4), 281-297.
- Luck, S. J., Woodman, G. F., & Vogel, E. K. (2000). Event-related potential studies of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 432-440.
- Madden, D. J. (1992). Selective attention and visual search: revision of an allocation model and application to age differences. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 821-836.
- McCormick, P. A., Klein, R. M., & Johnston, S. (1998). Splitting versus sharing focal attention: Comment on Castiello and Umiltà (1992). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24(1), 350-357. doi: 10.1037/0096-1523.24.1.350
- Moore, T., & Fallah, M. (2004). Microstimulation of the Frontal Eye Field and Its Effects on Covert Spatial Attention. *Journal of Neurophysiology*, 91(1), 152-162. doi: 10.1152/jn.00741.2002

- Moray, N. (1967). Where is capacity limited? A survey and a model. *Acta Psychologica*, 27, 84-92.
- Muller, H. J., & Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(2), 315-330.
- Müller, J. R., Philiastides, M. G., & Newsome, W. T. (2005). Microstimulation of the superior colliculus focuses attention without moving the eyes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(3), 524-529. doi: 10.1073/pnas.0408311101
- Muller, M. M., Malinowski, P., Gruber, T., & Hillyard, S. A. (2003). Sustained division of the attentional spotlight. *Nature*, 424(6946), 309-312.
- Navon, D., & Gopher, D. (1979). On the economy of the human-processing system. *Psychological Review*, 86(3), 214-255. doi: 10.1037/0033-295X.86.3.214
- Norman, D. A., & Bobrow, D. G. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology*, 7(1), 44 - 64. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(75\)90004-3](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(75)90004-3)
- Ortega, R., López, V., Carrasco, X., Anllo-Vento, L., & Aboitiz, F. (2013). Exogenous orienting of visual-spatial attention in ADHD children. *Brain Research*, 1493, 68-79. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2012.11.036>
- Pashler, H. (1989). Dissociations and dependencies between speed and accuracy: Evidence for a two-component theory of divided attention in simple tasks. *Cognitive Psychology*, 21(4), 469-514. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(89\)90016-9](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(89)90016-9)
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118(10), 2128-2148. doi: 10.1016/j.clinph.2007.04.019

- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. In H. Bouma & D. Bowhuis (Eds.), *Attention and Performance X* (pp. 531-556). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Riggio, L., & Kirsner, K. (1997). The relationship between central cues and peripheral cues in covert visual orientation. *Perception and Psychophysics*, 59(6), 885-899.
- Rizzolatti, G., Riggio, L., Dascola, I., & Umiltà, C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: evidence in favor of a premotor theory of attention. *Neuropsychologia*, 25(1A), 31-40.
- Rizzolatti, G., Riggio, L., & Sheliga, B. M. (1994). Space and selective attention. In C. Umiltà & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and Performance XV* (pp. 231–265). Cambridge: MIT Press.
- Ruchkin, D. S., Johnson, R., Jr., Mahaffey, D., & Sutton, S. (1988). Toward a functional categorization of slow waves. *Psychophysiology*, 25(3), 339-353.
- Scholl, B. J. (2001). Objects and attention: the state of the art. *Cognition*, 80(1-2), 1-46.
- Shepherd, M., Findlay, J. M., & Hockey, R. J. (1986). The relationship between eye movements and spatial attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology. A, Human Experimental Psychology*, 38(3), 475-491.
- Smith, D. T., & Schenk, T. (2012). The Premotor theory of attention: time to move on? *Neuropsychologia*, 50(6), 1104-1114. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.01.025
- Spencer, K. M., Dien, J., & Donchin, E. (2001). Spatiotemporal analysis of the late ERP responses to deviant stimuli. *Psychophysiology*, 38(2), 343-358.

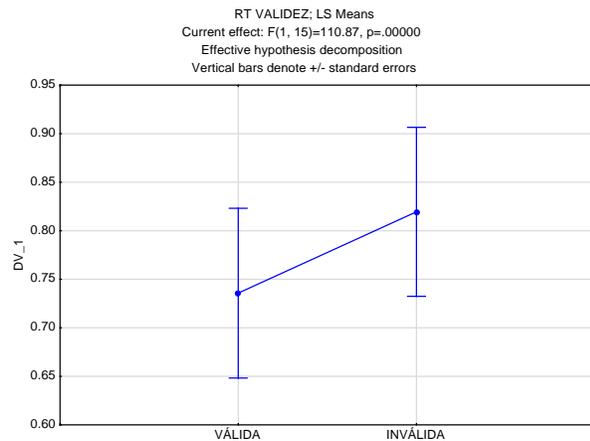
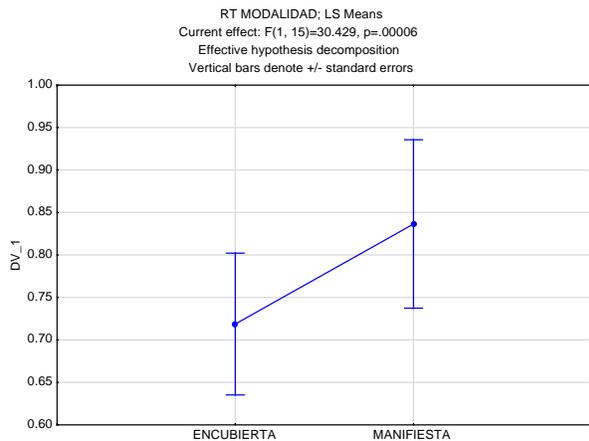
- Talsma, D., Mulckhuysen, M., Slagter, H. A., & Theeuwes, J. (2007). Faster, more intense! The relation between electrophysiological reflections of attentional orienting, sensory gain control, and speed of responding. *Brain Research, 1178*, 92-105. doi: 10.1016/j.brainres.2007.07.099
- Tecce, J. J. (1972). Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. *Psychological Bulletin, 77*(2), 73-108.
- Treder, M. S., & Blankertz, B. (2010). (C)overt attention and visual speller design in an ERP-based brain-computer interface. *Behavioral and Brain Functions, 6*, 28. doi: 10.1186/1744-9081-6-28
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 12*(1), 97-136. doi: 10.1016/0010-0285(80)90005-5
- van der Lubbe, R. H. J., Neggers, S. F. W., Verleger, R., & Kenemans, J. L. (2006). Spatiotemporal overlap between brain activation related to saccade preparation and attentional orienting. *Brain Research, 1072*(1), 133-152. doi: 10.1016/j.brainres.2005.11.087
- Vossel, S., Thiel, C. M., & Fink, G. R. (2006). Cue validity modulates the neural correlates of covert endogenous orienting of attention in parietal and frontal cortex. *Neuroimage, 32*(3), 1257-1264. doi: 10.1016/j.neuroimage.2006.05.019
- Walter, S., Quigley, C., Andersen, S. K., & Mueller, M. M. (2012). Effects of overt and covert attention on the steady-state visual evoked potential. *Neuroscience Letters, 519*(1), 37-41. doi: 10.1016/j.neulet.2012.05.011
- Wright, M. J., Geffen, G. M., & Geffen, L. B. (1995). Event related potentials during covert orientation of visual attention: effects of cue validity and directionality. *Biological Psychology, 41*(2), 183-202.

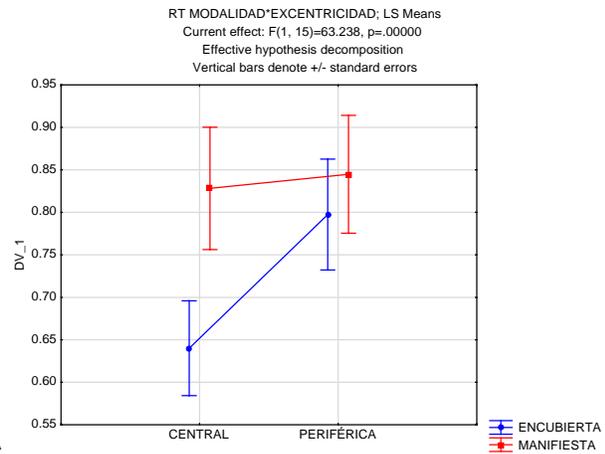
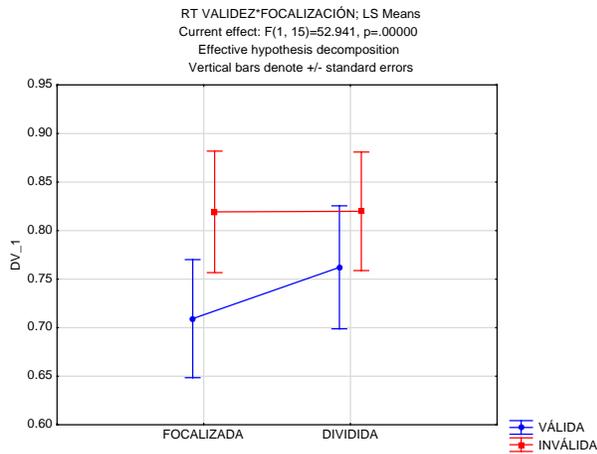
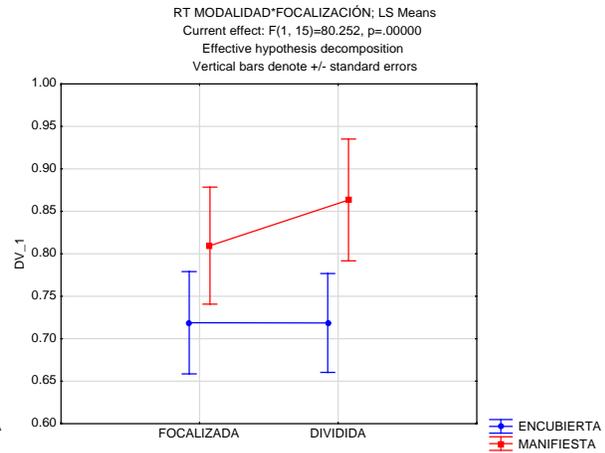
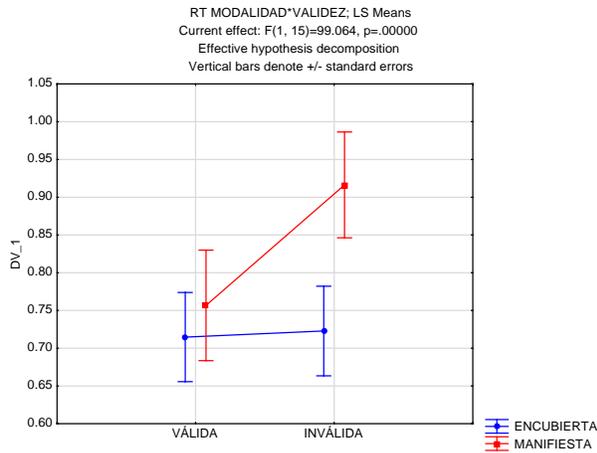
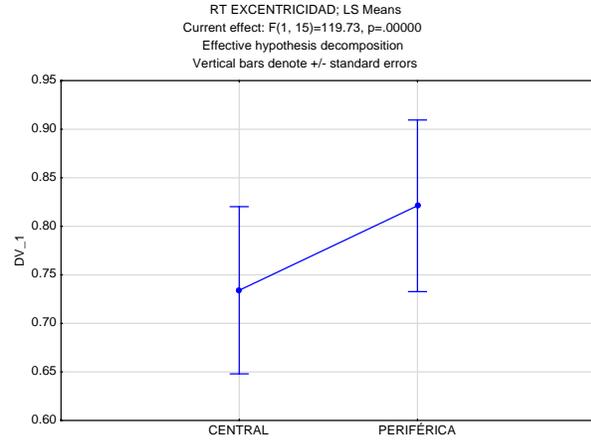
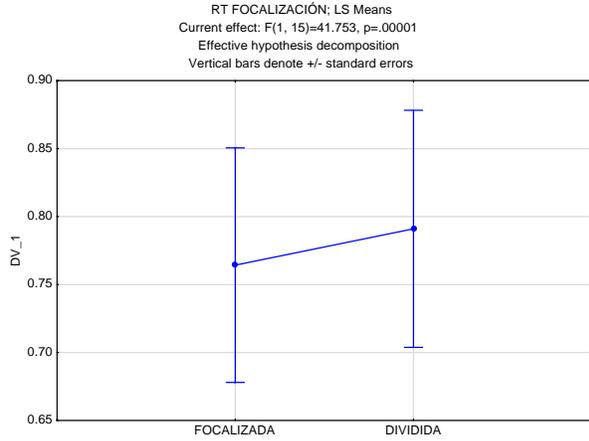
# **ANEXOS**

# 1.- Resultados Estadísticos Respuestas Conductuales

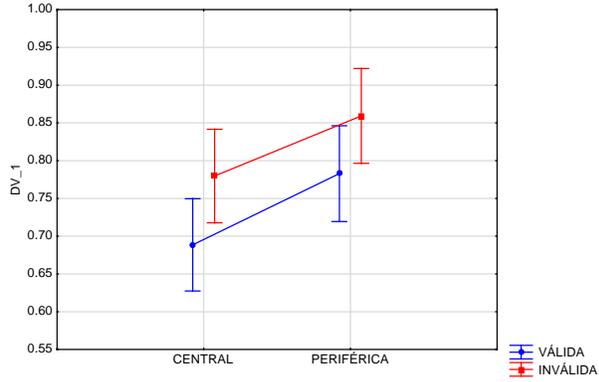
## 1.1.- Tiempos de Reacción

Repeated Measures Analysis of Variance <b>TIEMPOS DE REACCIÓN (RT)</b>					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .4893878					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	154.8102	1	154.8102	646.3881	0.000000
Error	3.5925	15	0.2395		
MODALIDAD	0.8876	1	0.8876	30.4293	0.000059
Error	0.4375	15	0.0292		
VALIDEZ	0.4495	1	0.4495	110.8712	0.000000
Error	0.0608	15	0.0041		
FOCALIZACIÓN	0.0457	1	0.0457	41.7527	0.000011
Error	0.0164	15	0.0011		
EXCENRICIDAD	0.4836	1	0.4836	119.7315	0.000000
Error	0.0606	15	0.0040		
MODALIDAD*VALIDEZ	0.3673	1	0.3673	99.0639	0.000000
Error	0.0556	15	0.0037		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.0468	1	0.0468	80.2521	0.000000
Error	0.0087	15	0.0006		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.0437	1	0.0437	52.9414	0.000003
Error	0.0124	15	0.0008		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	0.3170	1	0.3170	63.2377	0.000001
Error	0.0752	15	0.0050		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.0035	1	0.0035	3.3862	0.085617
Error	0.0153	15	0.0010		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0001	1	0.0001	0.1188	0.735100
Error	0.0065	15	0.0004		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.0336	1	0.0336	46.5978	0.000006
Error	0.0108	15	0.0007		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.0003	1	0.0003	0.3638	0.555394
Error	0.0115	15	0.0008		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0025	1	0.0025	3.9870	0.064330
Error	0.0093	15	0.0006		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0077	1	0.0077	7.9107	0.013122
Error	0.0146	15	0.0010		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0078	1	0.0078	12.0544	0.003415
Error	0.0098	15	0.0007		

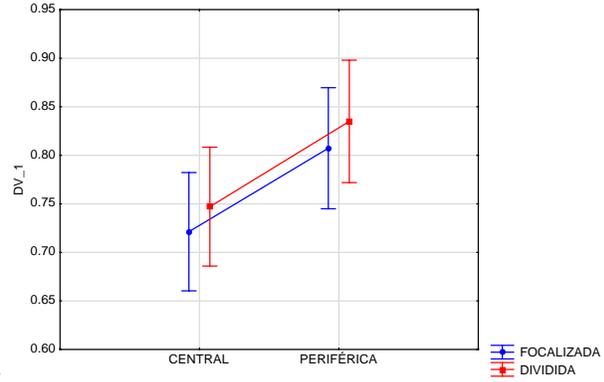




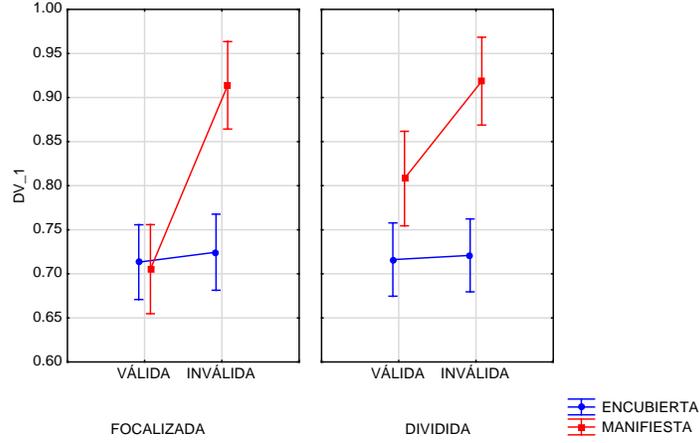
RT VALIDEZ\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=3.3862, p=.08562$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



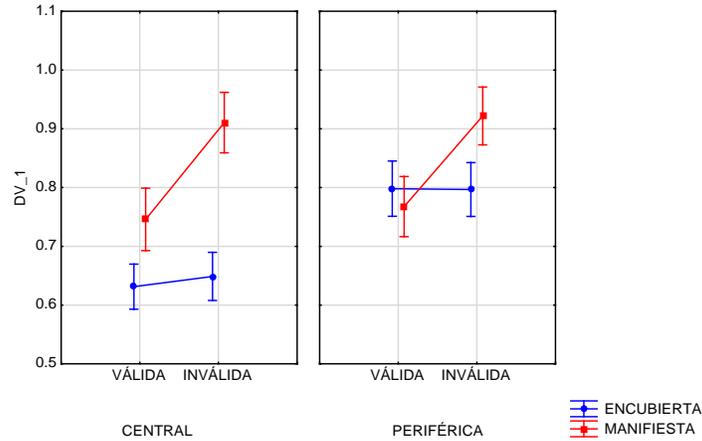
RT FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.11882, p=.73510$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



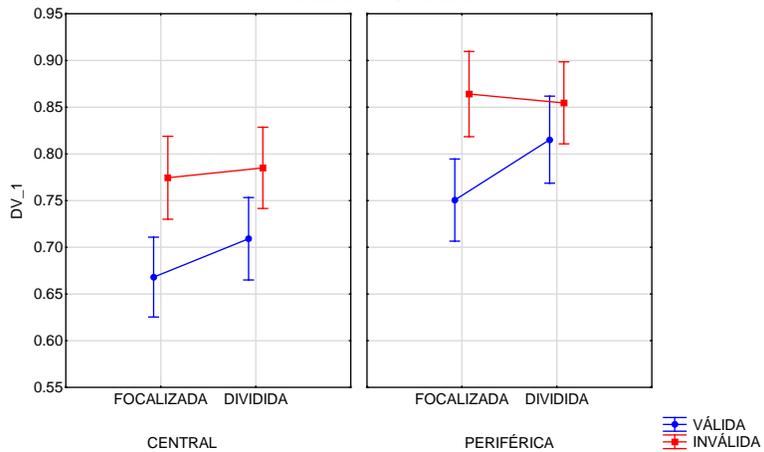
RT MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=46.598, p=.00001$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



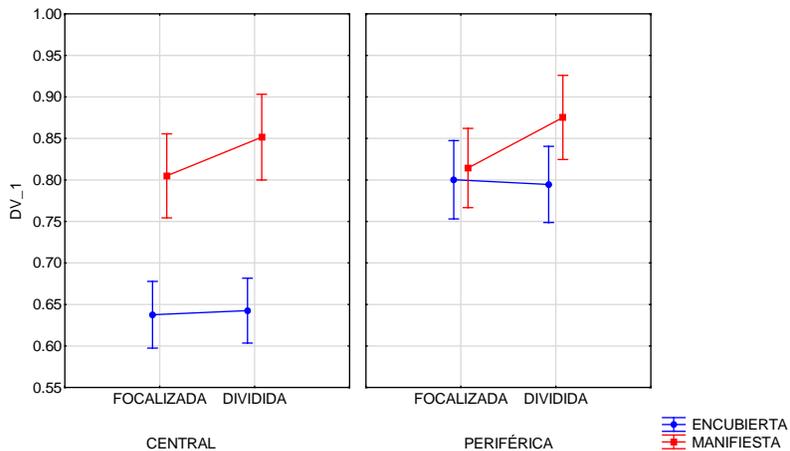
RT MODALIDAD\*VALIDEZ\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.36384, p=.55539$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



RT VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=7.9107, p=.01312$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors

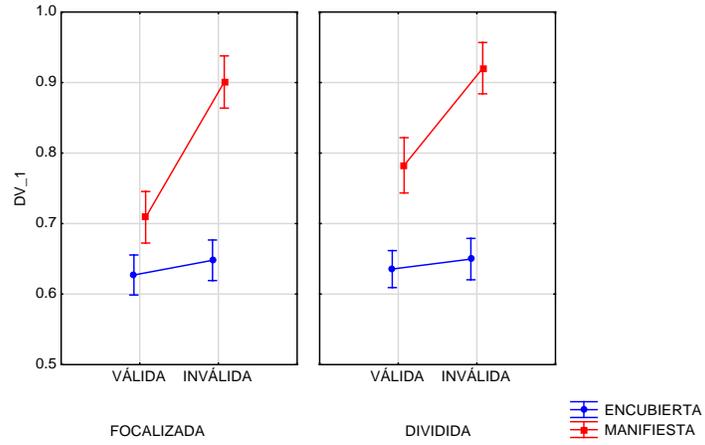


RT MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=3.9870, p=.06433$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



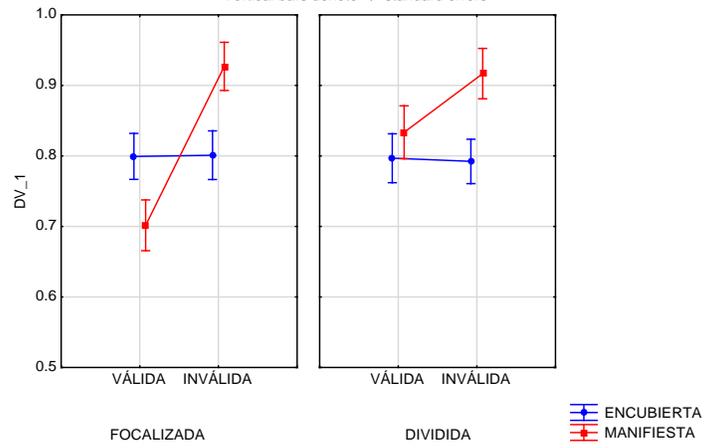
RT MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=12.054, p=.00341$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
 CENTRAL



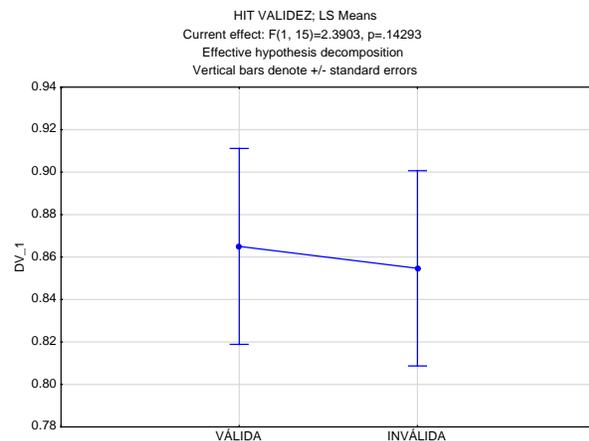
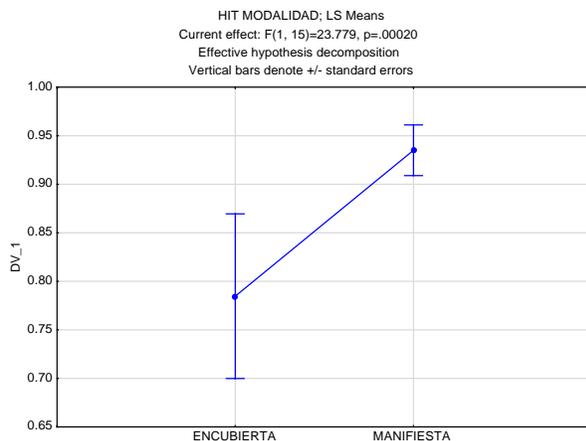
RT MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=12.054, p=.00341$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors

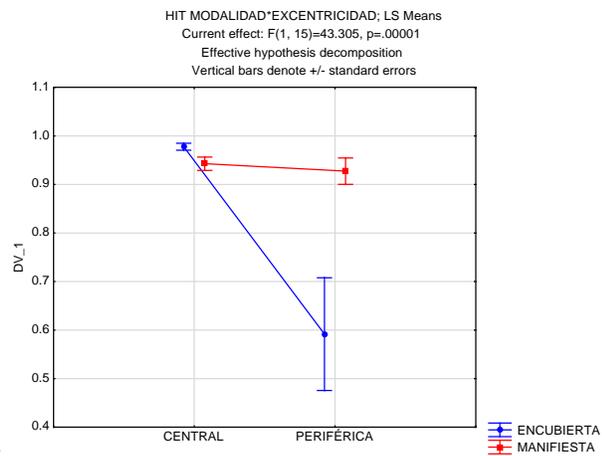
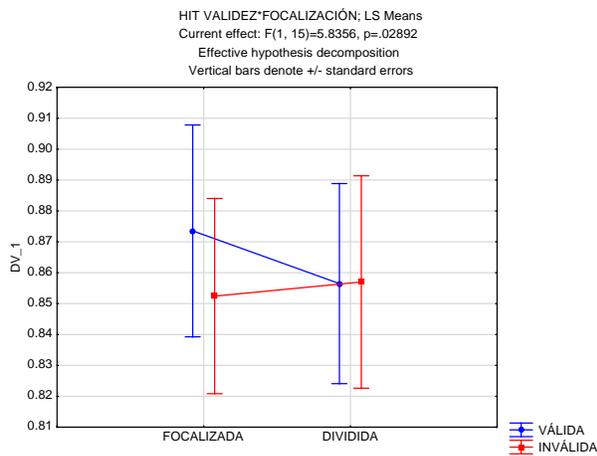
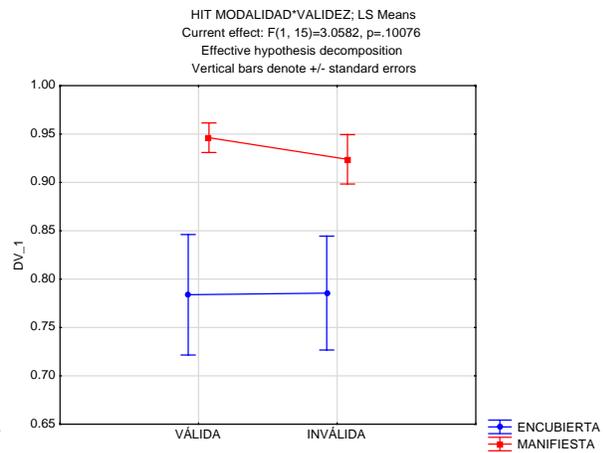
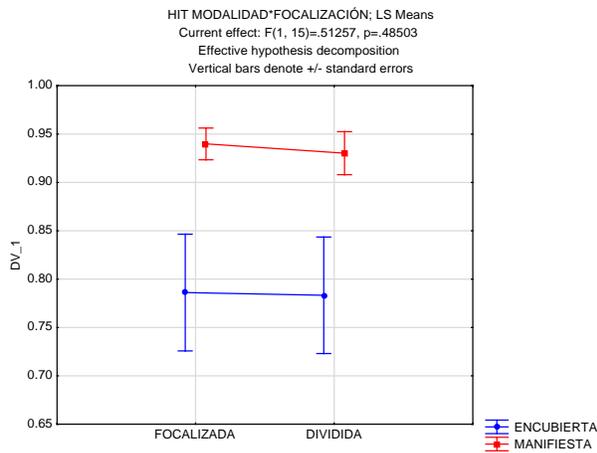
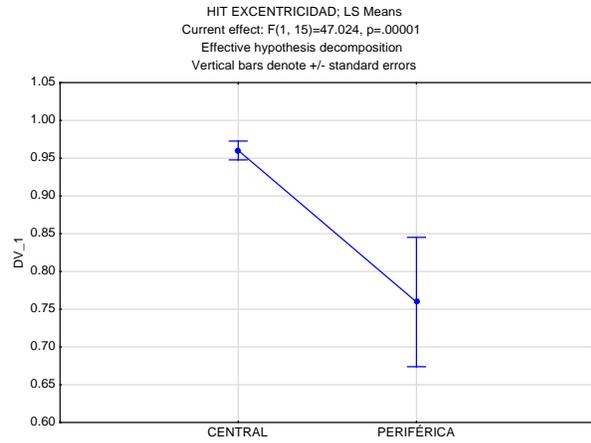
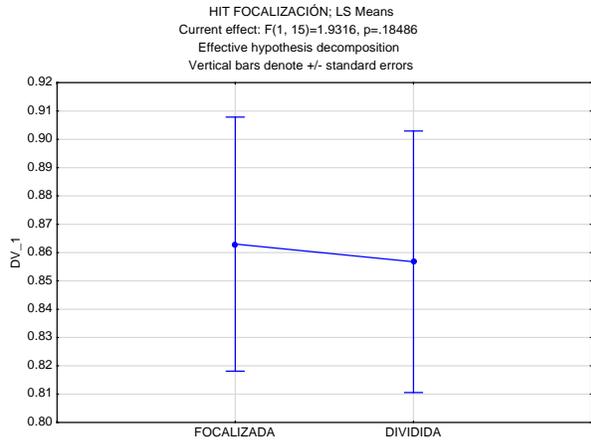
Factors: Levels  
 PERIFÉRICA

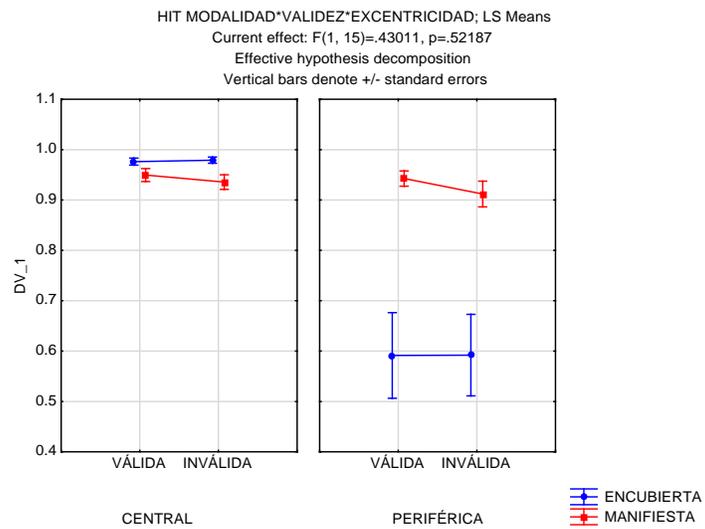
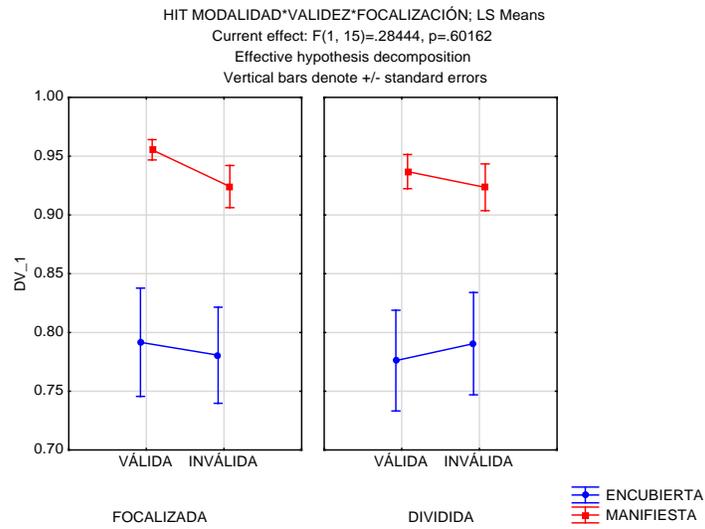
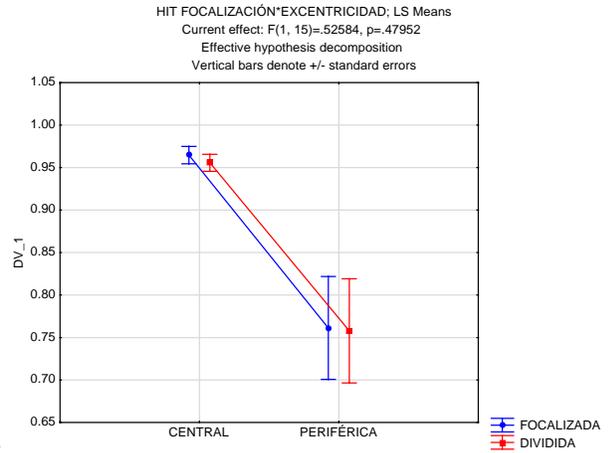
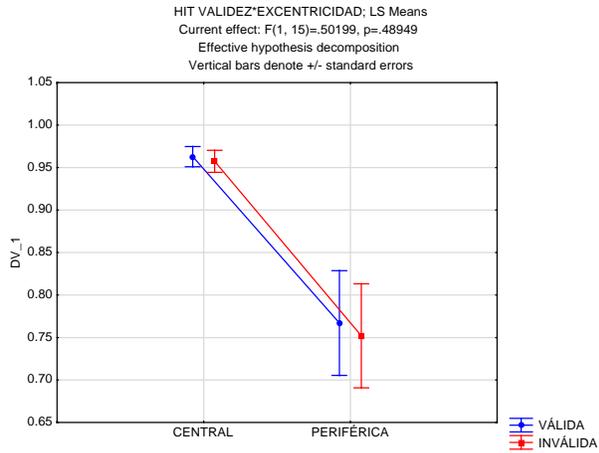


## 1.2.- Porcentajes de Acierto

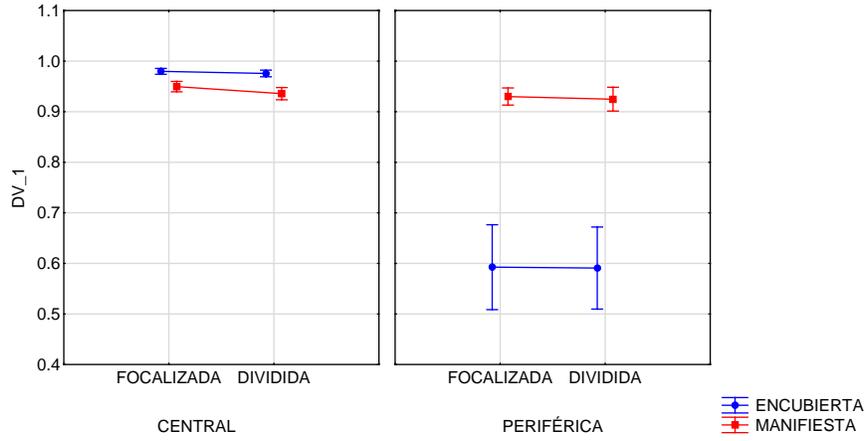
Effect	Repeated Measures Analysis of Variance <b>PORCENTAJES DE ACIERTO (HIT)</b> Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .2549620				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	189.2792	1	189.2792	2911.735	0.000000
Error	0.9751	15	0.0650		
MODALIDAD	1.4456	1	1.4456	23.779	0.000201
Error	0.9119	15	0.0608		
VALIDEZ	0.0068	1	0.0068	2.390	0.142927
Error	0.0426	15	0.0028		
FOCALIZACIÓN	0.0025	1	0.0025	1.932	0.184863
Error	0.0194	15	0.0013		
EXCENRICIDAD	2.5764	1	2.5764	47.024	0.000005
Error	0.8218	15	0.0548		
MODALIDAD*VALIDEZ	0.0093	1	0.0093	3.058	0.100758
Error	0.0455	15	0.0030		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.0007	1	0.0007	0.513	0.485027
Error	0.0211	15	0.0014		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.0075	1	0.0075	5.836	0.028923
Error	0.0193	15	0.0013		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	2.1989	1	2.1989	43.305	0.000009
Error	0.7616	15	0.0508		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.0014	1	0.0014	0.502	0.489493
Error	0.0431	15	0.0029		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0005	1	0.0005	0.526	0.479522
Error	0.0141	15	0.0009		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.0002	1	0.0002	0.284	0.601621
Error	0.0123	15	0.0008		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.0008	1	0.0008	0.430	0.521868
Error	0.0288	15	0.0019		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0002	1	0.0002	0.105	0.750704
Error	0.0240	15	0.0016		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0001	1	0.0001	0.044	0.836008
Error	0.0383	15	0.0026		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0035	1	0.0035	2.835	0.112946
Error	0.0183	15	0.0012		



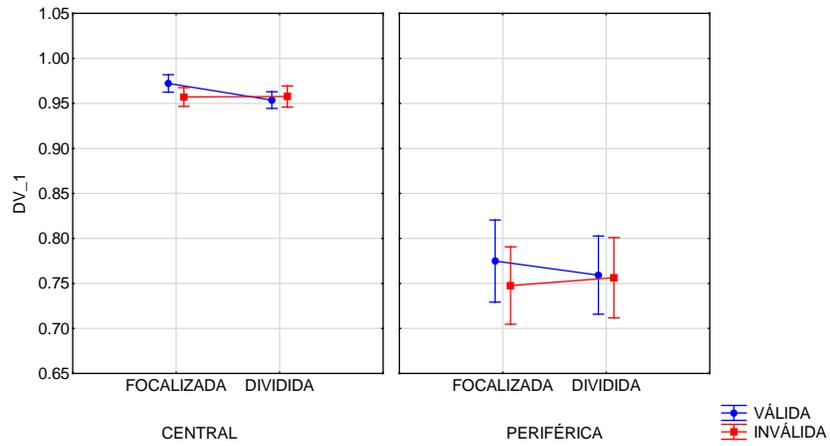




HIT MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .10472, p = .75070$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



HIT VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .04437, p = .83601$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



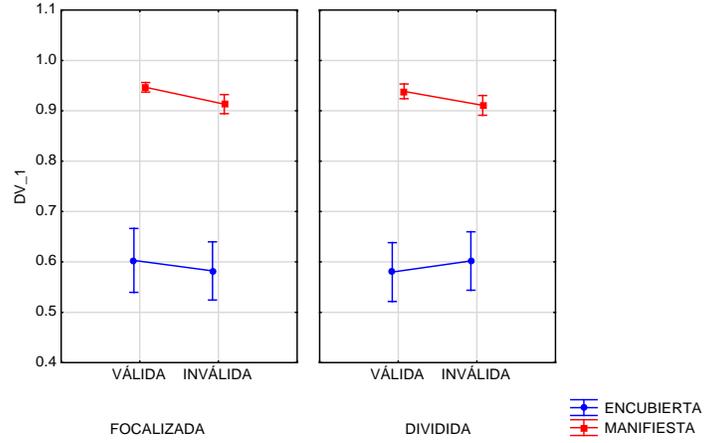
HIT MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=2.8346, p=.11295$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
PERIFÉRICA



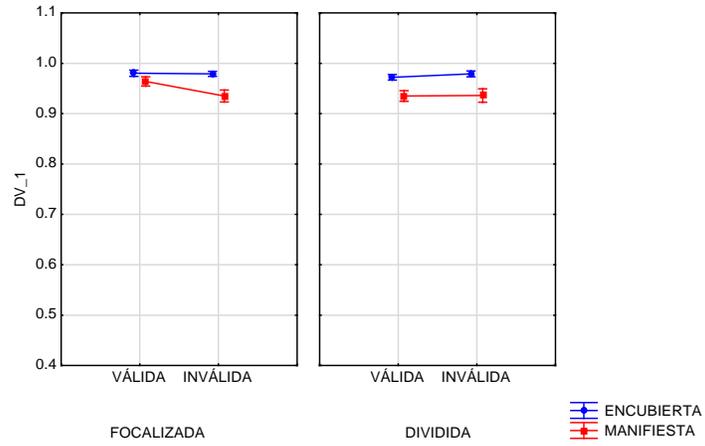
HIT MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=2.8346, p=.11295$

Effective hypothesis decomposition

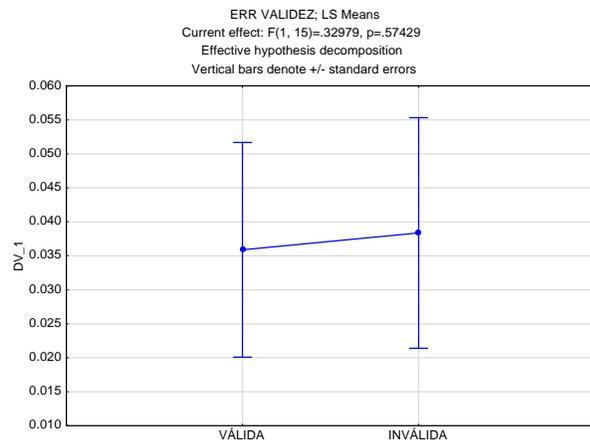
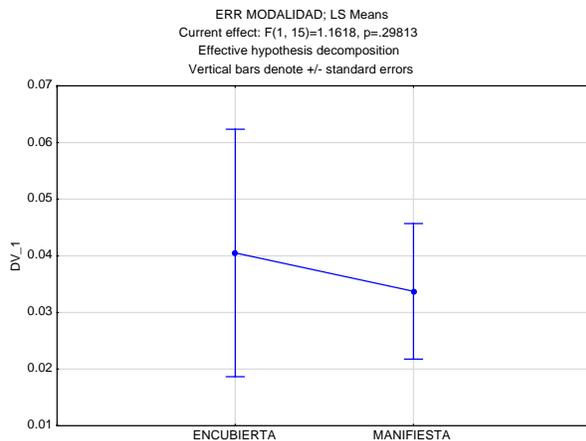
Vertical bars denote +/- standard errors

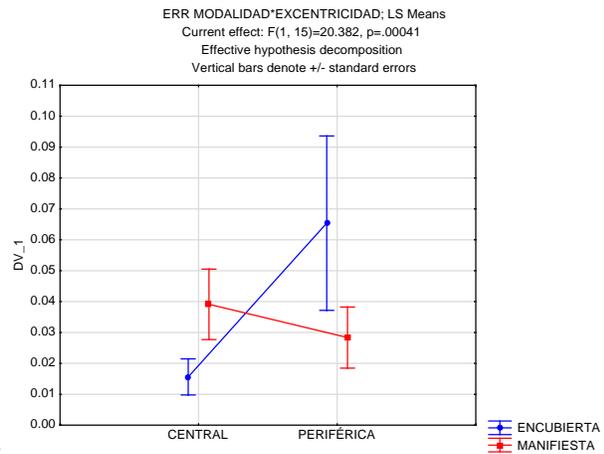
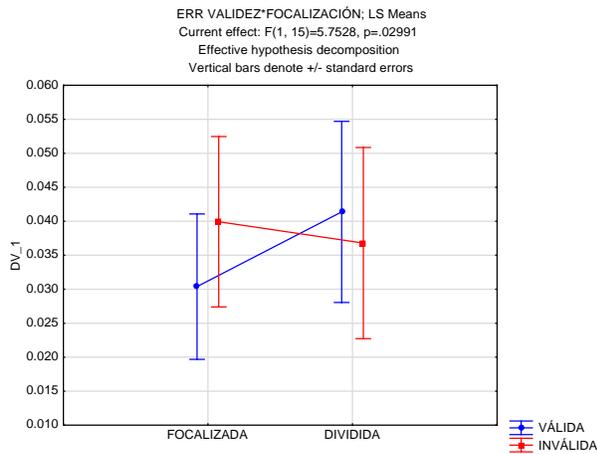
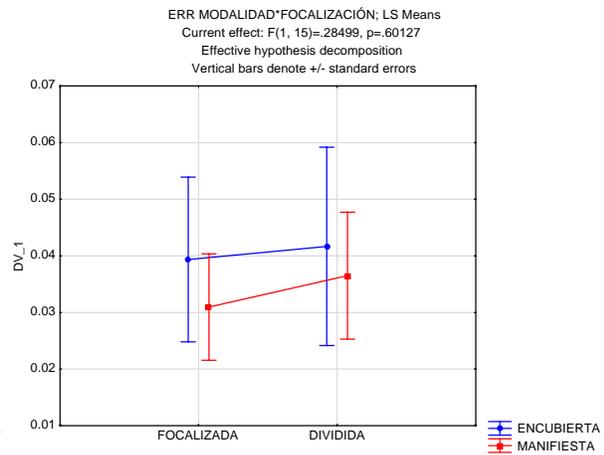
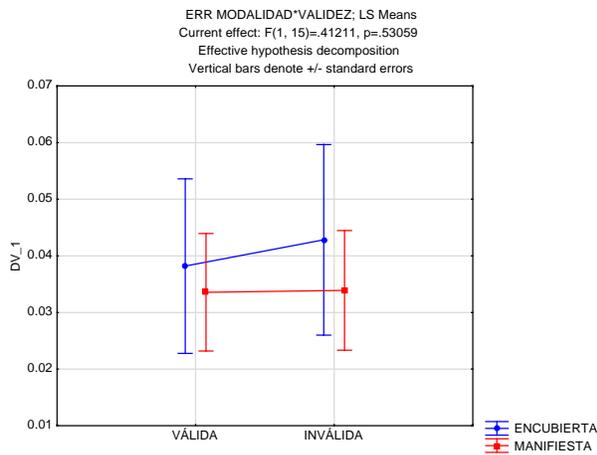
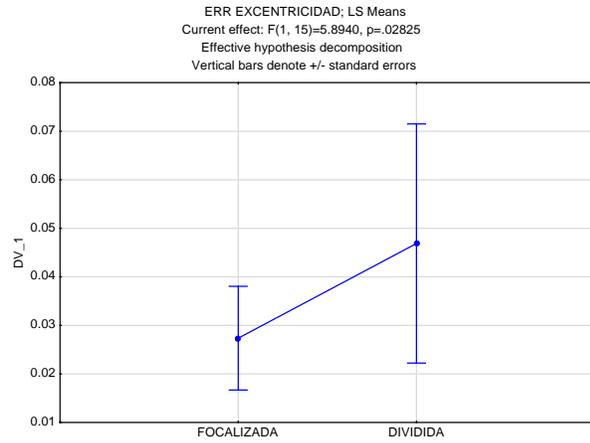
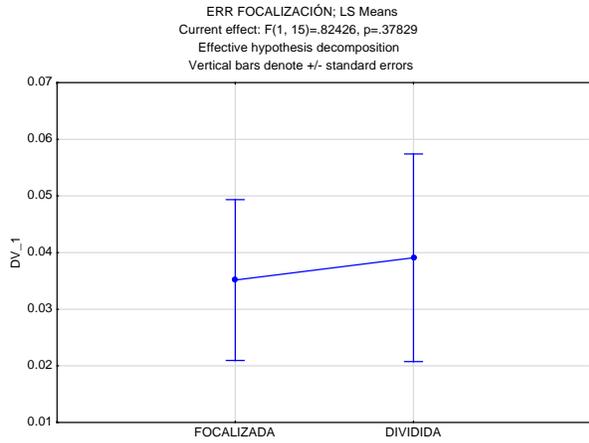
Factors: Levels  
CENTRAL

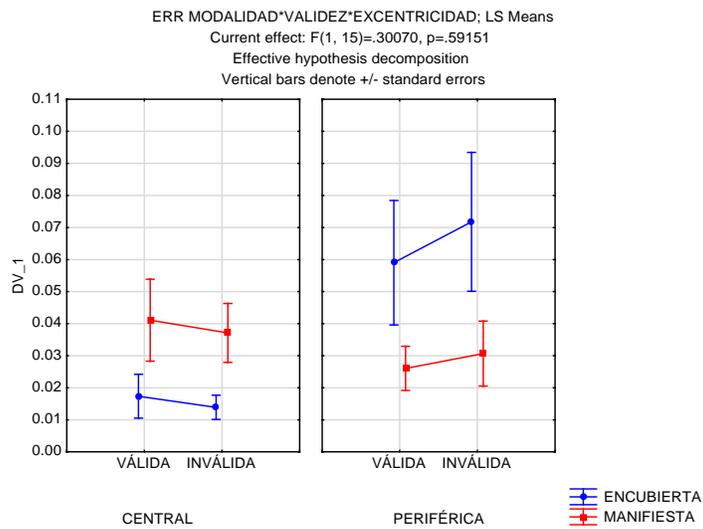
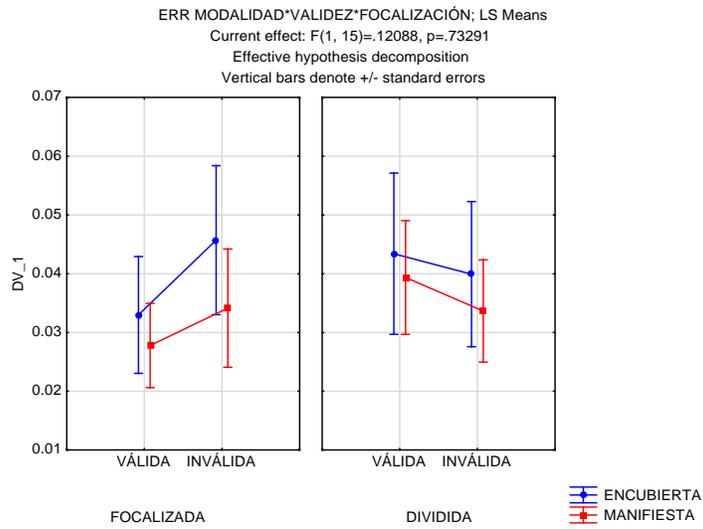
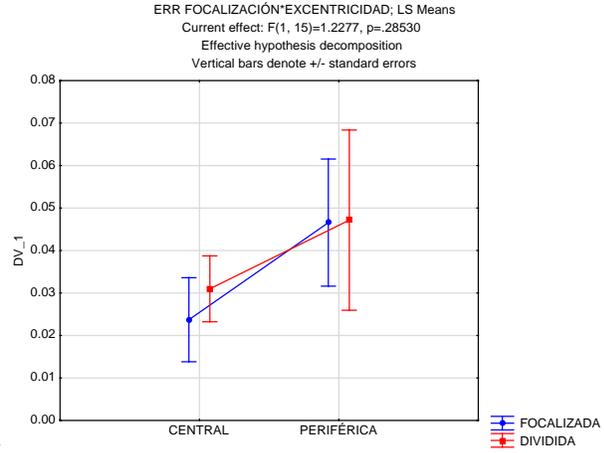
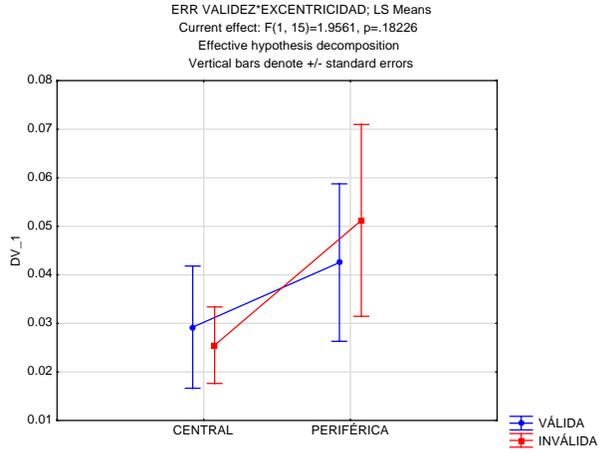


### 1.3.- Porcentajes de Errores de Comisión

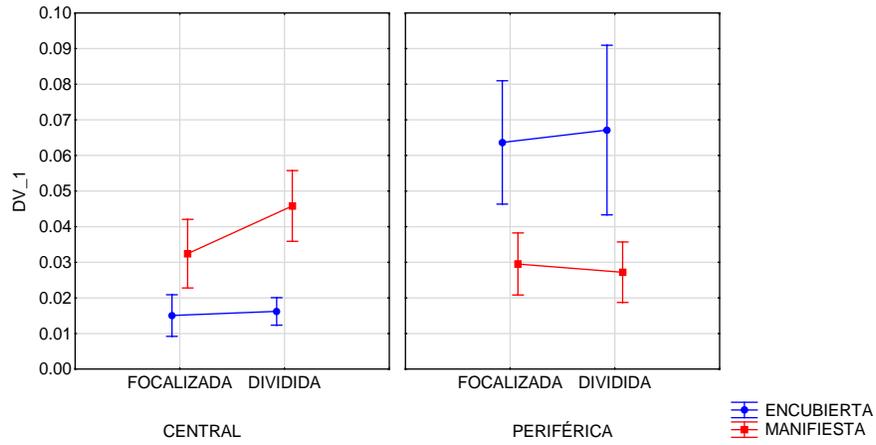
Repeated Measures Analysis of Variance <b>PORCENTAJE ERRORES DE COMISIÓN (ERR)</b>					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .0860178					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.352751	1	0.352751	47.67493	0.000005
Error	0.110986	15	0.007399		
MODALIDAD	0.002940	1	0.002940	1.16176	0.298131
Error	0.037957	15	0.002530		
VALIDEZ	0.000394	1	0.000394	0.32979	0.574294
Error	0.017929	15	0.001195		
FOCALIZACIÓN	0.000988	1	0.000988	0.82426	0.378294
Error	0.017975	15	0.001198		
EXCENRICIDAD	0.024358	1	0.024358	5.89404	0.028247
Error	0.061991	15	0.004133		
MODALIDAD*VALIDEZ	0.000295	1	0.000295	0.41211	0.530590
Error	0.010747	15	0.000716		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.000167	1	0.000167	0.28499	0.601270
Error	0.008772	15	0.000585		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.003196	1	0.003196	5.75278	0.029913
Error	0.008334	15	0.000556		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	0.058601	1	0.058601	20.38159	0.000411
Error	0.043128	15	0.002875		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.002459	1	0.002459	1.95613	0.182262
Error	0.018858	15	0.001257		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.000718	1	0.000718	1.22775	0.285297
Error	0.008774	15	0.000585		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.000069	1	0.000069	0.12088	0.732909
Error	0.008507	15	0.000567		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.000232	1	0.000232	0.30070	0.591512
Error	0.011562	15	0.000771		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.001300	1	0.001300	1.67434	0.215248
Error	0.011648	15	0.000777		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.000380	1	0.000380	0.26421	0.614730
Error	0.021583	15	0.001439		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.005633	1	0.005633	8.14930	0.012051
Error	0.010368	15	0.000691		



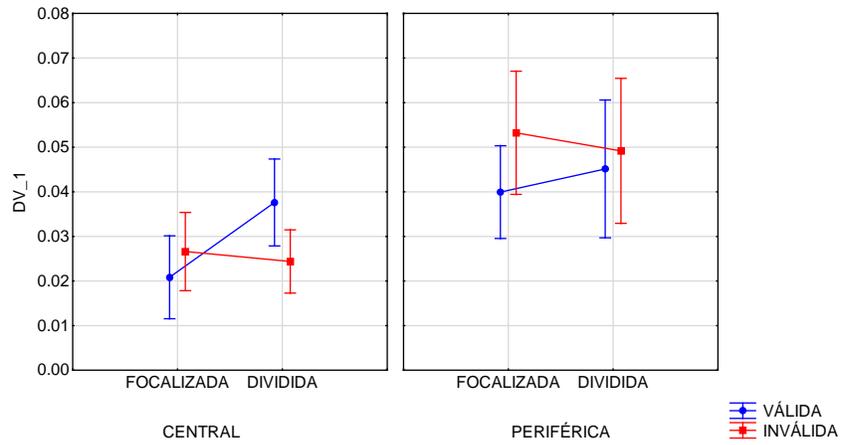




ERR MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=1.6743$ ,  $p=.21525$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



ERR VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.26421$ ,  $p=.61473$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



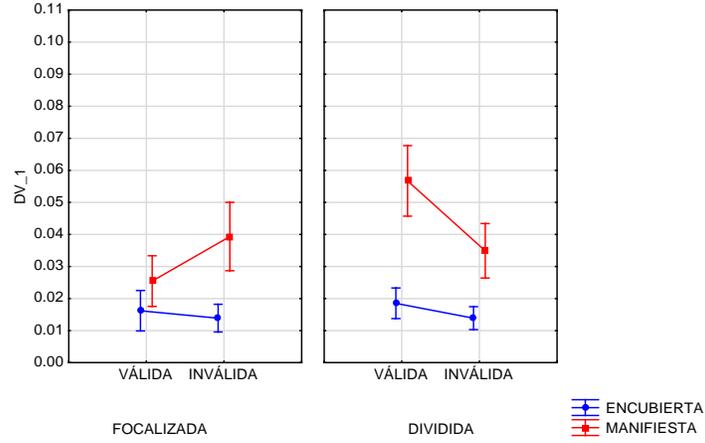
ERR MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=8.1493, p=.01205$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
CENTRAL



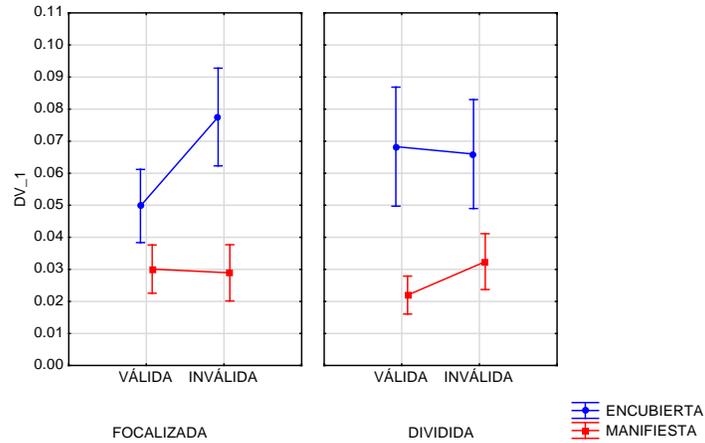
ERR MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=8.1493, p=.01205$

Effective hypothesis decomposition

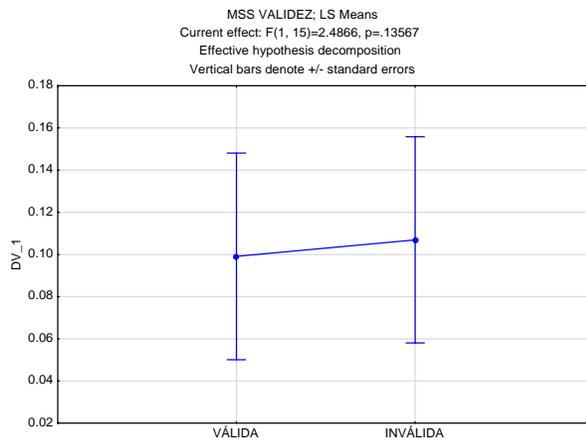
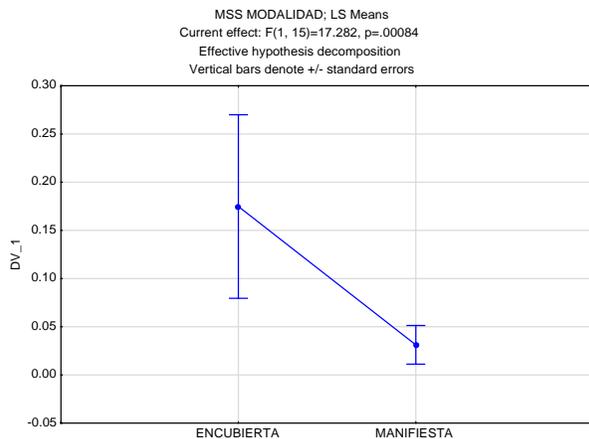
Vertical bars denote +/- standard errors

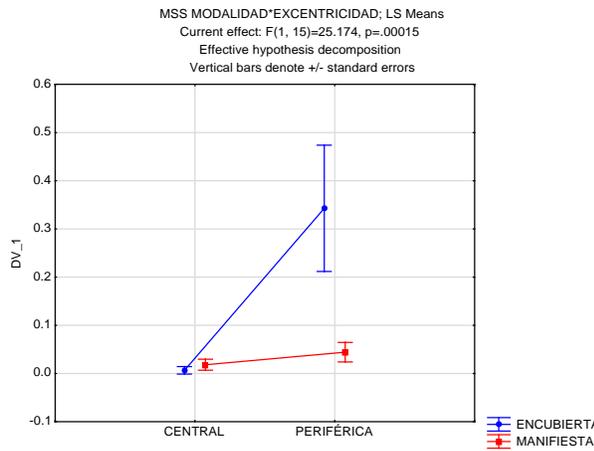
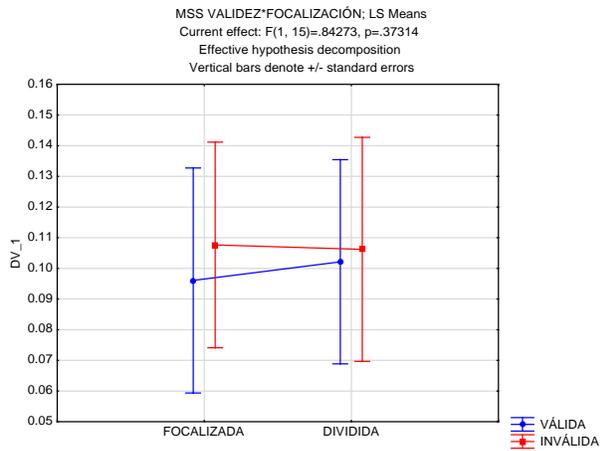
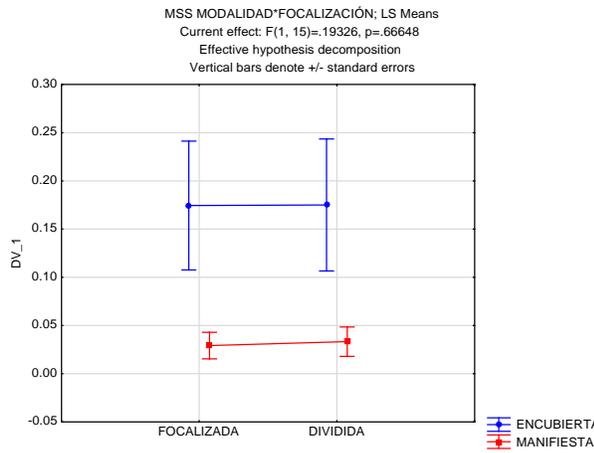
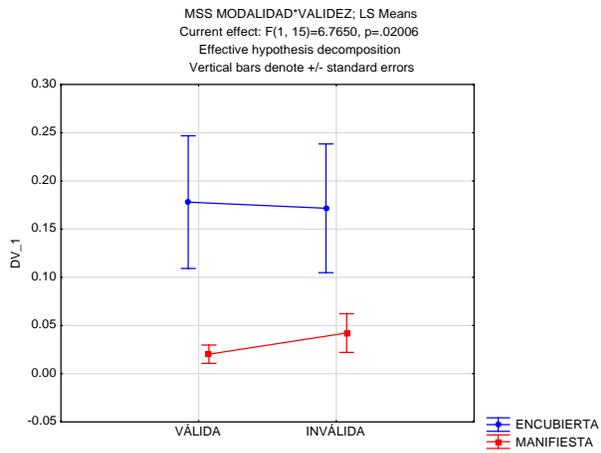
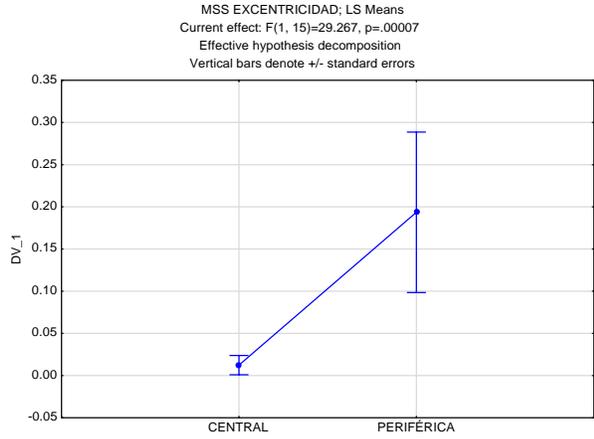
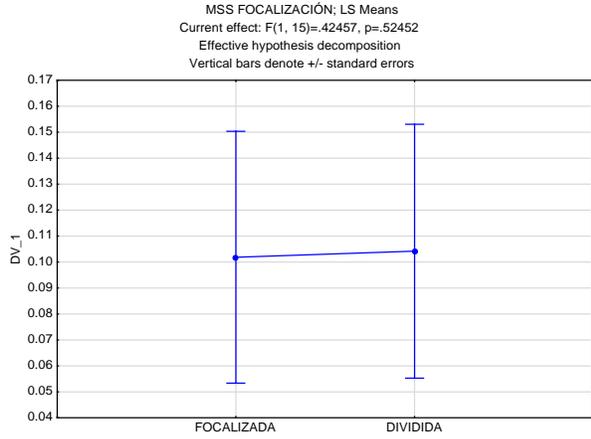
Factors: Levels  
PERIFÉRICA



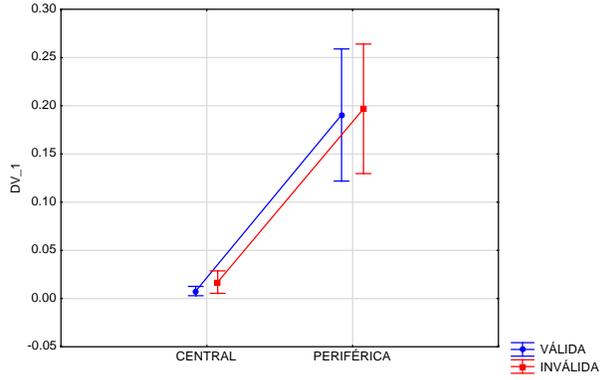
## 1.4.- Porcentaje de Errores de Omisión.

Repeated Measures Analysis of Variance <b>PORCENTAJE ERRORES DE OMISIÓN (MSS)</b> Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .2740350					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2.716539	1	2.716539	36.17461	0.000024
Error	1.126428	15	0.075095		
MODALIDAD	1.318142	1	1.318142	17.28161	0.000843
Error	1.144114	15	0.076274		
VALIDEZ	0.003912	1	0.003912	2.48661	0.135671
Error	0.023597	15	0.001573		
FOCALIZACIÓN	0.000345	1	0.000345	0.42457	0.524525
Error	0.012174	15	0.000812		
EXCENRICIDAD	2.099687	1	2.099687	29.26731	0.000072
Error	1.076126	15	0.071742		
MODALIDAD*VALIDEZ	0.012876	1	0.012876	6.76502	0.020060
Error	0.028549	15	0.001903		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.000194	1	0.000194	0.19326	0.666484
Error	0.015068	15	0.001005		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.000903	1	0.000903	0.84273	0.373144
Error	0.016071	15	0.001071		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	1.539548	1	1.539548	25.17377	0.000153
Error	0.917353	15	0.061157		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.000135	1	0.000135	0.10154	0.754383
Error	0.019942	15	0.001329		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.000021	1	0.000021	0.03097	0.862665
Error	0.010183	15	0.000679		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.000049	1	0.000049	0.05571	0.816608
Error	0.013153	15	0.000877		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.001930	1	0.001930	1.28253	0.275208
Error	0.022578	15	0.001505		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.000534	1	0.000534	0.54680	0.471043
Error	0.014643	15	0.000976		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.000908	1	0.000908	0.74792	0.400755
Error	0.018215	15	0.001214		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.000264	1	0.000264	0.27174	0.609777
Error	0.014573	15	0.000972		

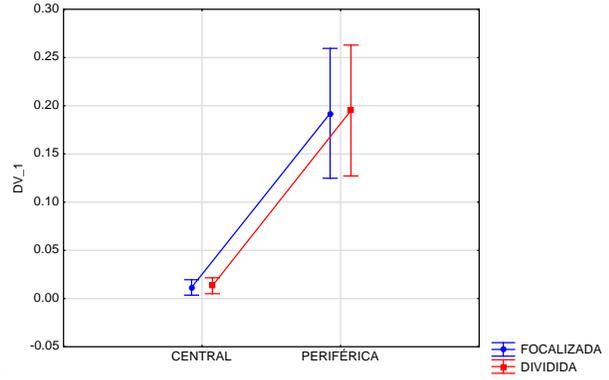




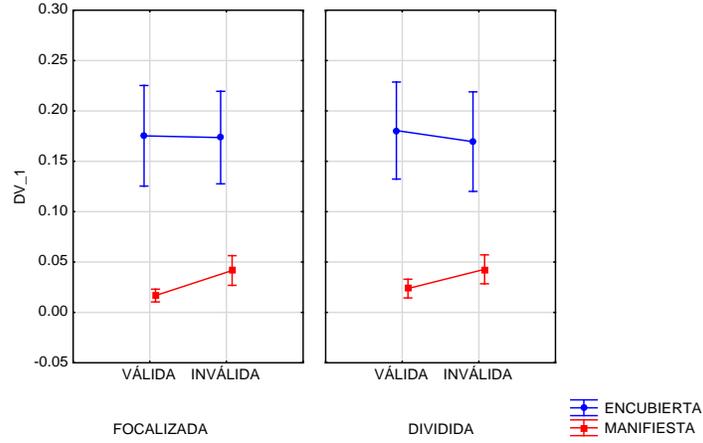
MSS VALIDEZ\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.10154, p=.75438$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



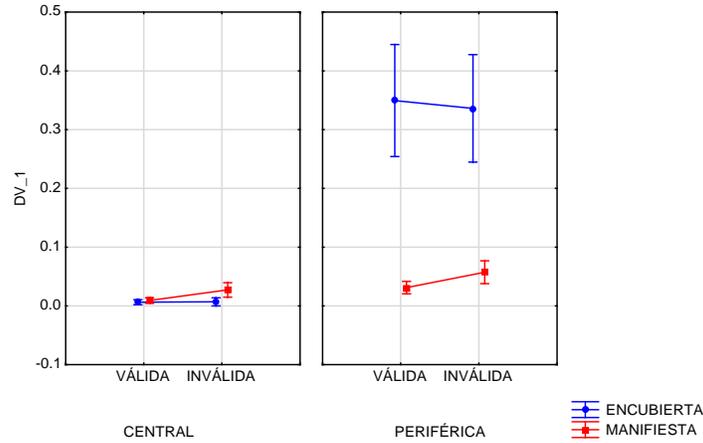
MSS FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.03097, p=.86267$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



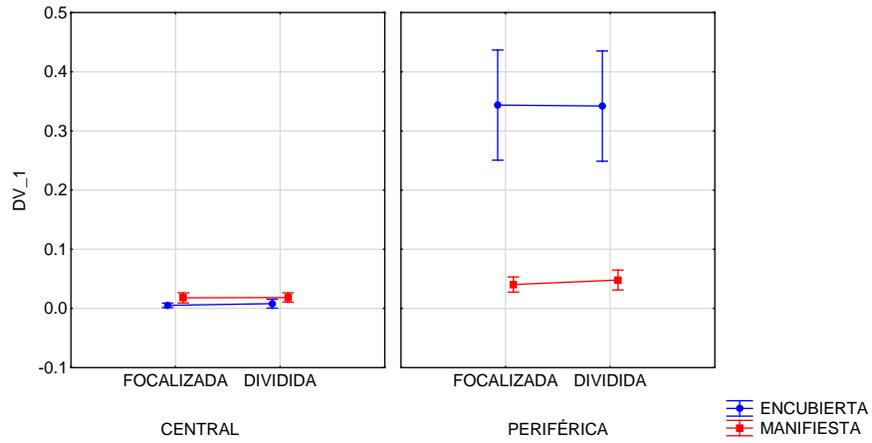
MSS MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.05571, p=.81661$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



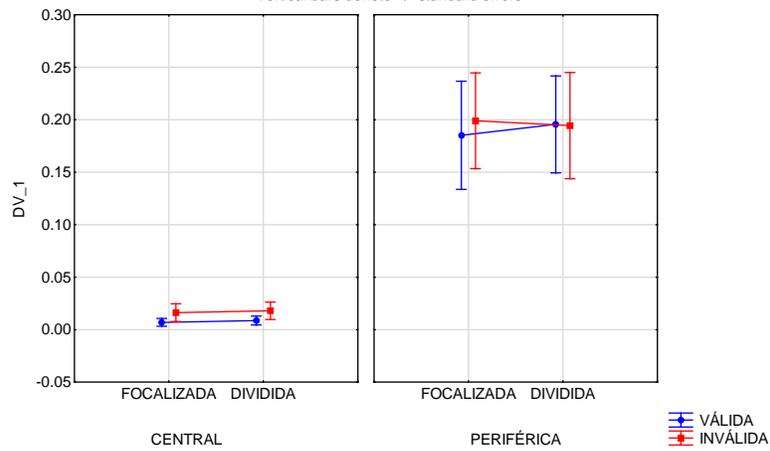
MSS MODALIDAD\*VALIDEZ\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=1.2825, p=.27521$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



MSS MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .54680, p = .47104$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



MSS VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .74792, p = .40075$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



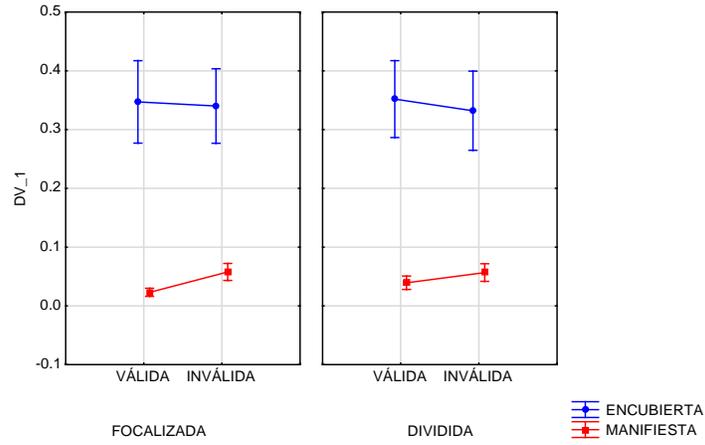
MSS MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .27174, p = .60978$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
PERIFÉRICA



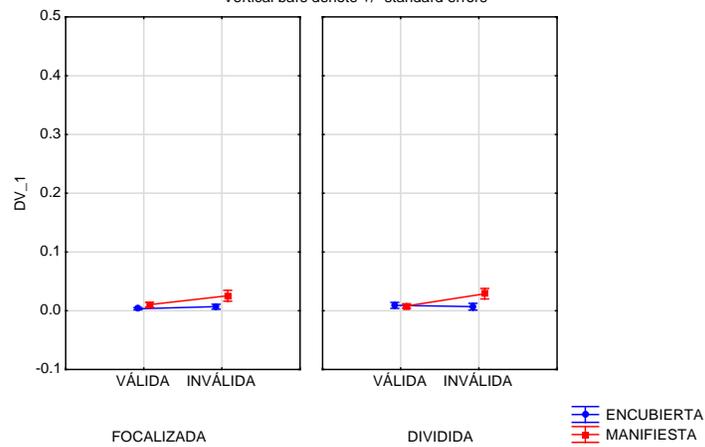
MSS MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .27174, p = .60978$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
CENTRAL

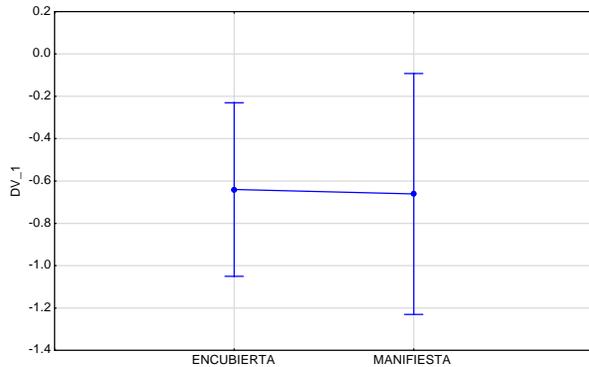


## 2.- Resultados estadísticos Potenciales Relacionados a Evento

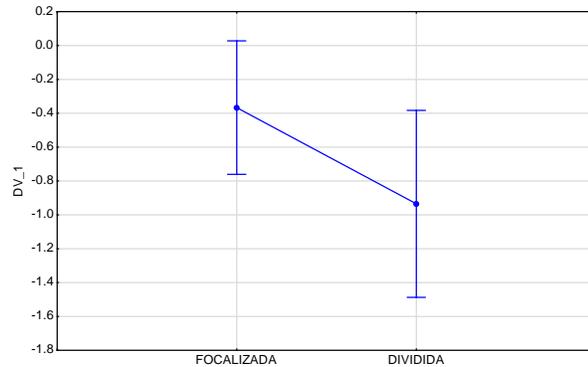
### 2.1.- Componente N1 a las Claves Espaciales

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>N1 CLAVE</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 2.591012					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	27.1050	1	27.10504	4.037486	0.062847
Error	100.7002	15	6.71335		
MODALIDAD	0.0070	1	0.00701	0.006055	0.939002
Error	17.3746	15	1.15831		
FOCALIZACIÓN	5.1699	1	5.16994	7.979051	0.012804
Error	9.7191	15	0.64794		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.4307	1	0.43066	1.243649	0.282318
Error	5.1944	15	0.34629		

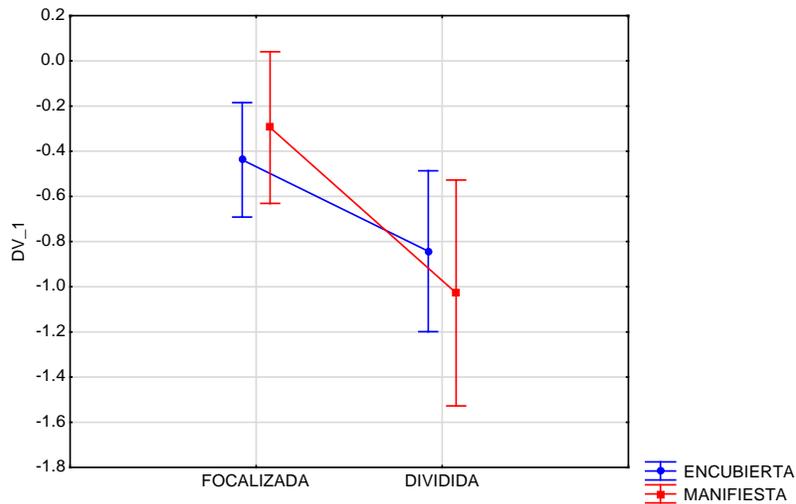
N1 CLAVE MODALIDAD; LS Means  
Current effect:  $F(1, 15)=.00606$ ,  $p=.93900$   
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



N1 CLAVE FOCALIZACIÓN; LS Means  
Current effect:  $F(1, 15)=7.9791$ ,  $p=.01280$   
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors

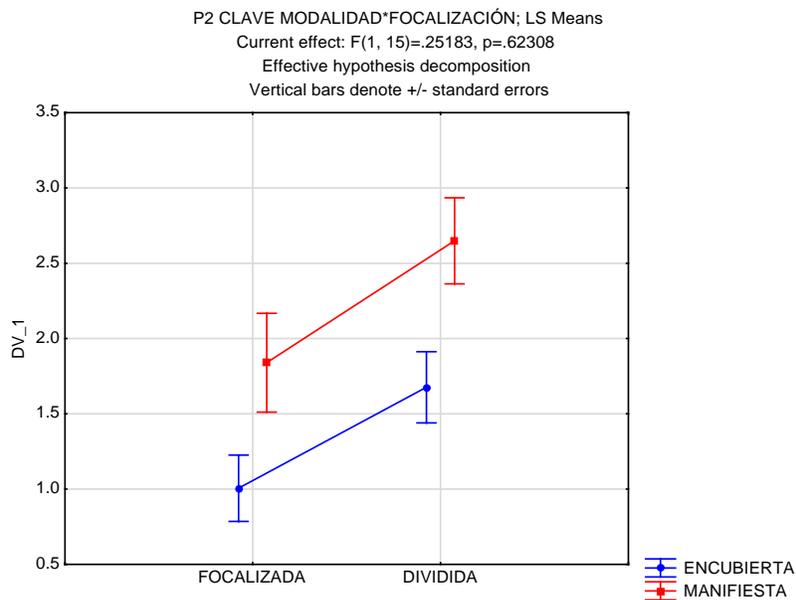
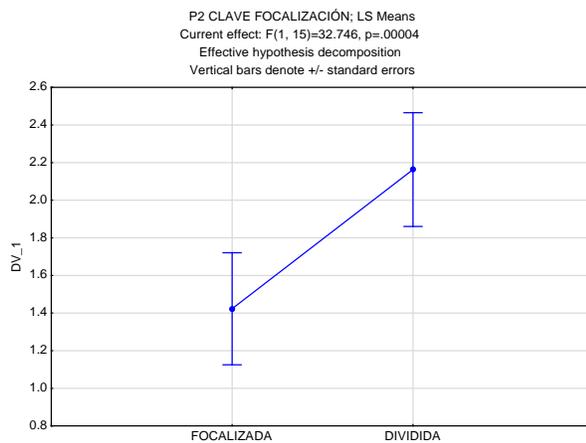
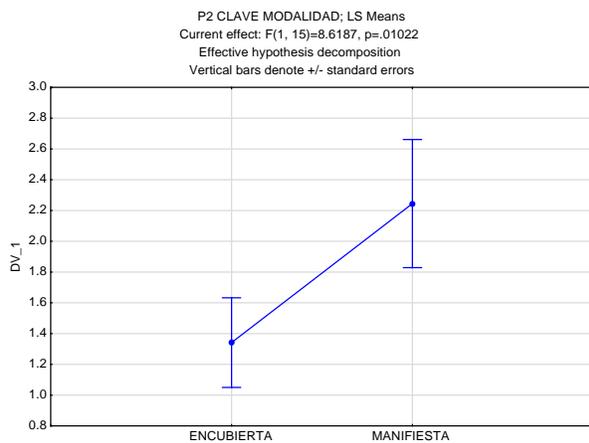


N1 CLAVE MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
Current effect:  $F(1, 15)=1.2436$ ,  $p=.28232$   
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



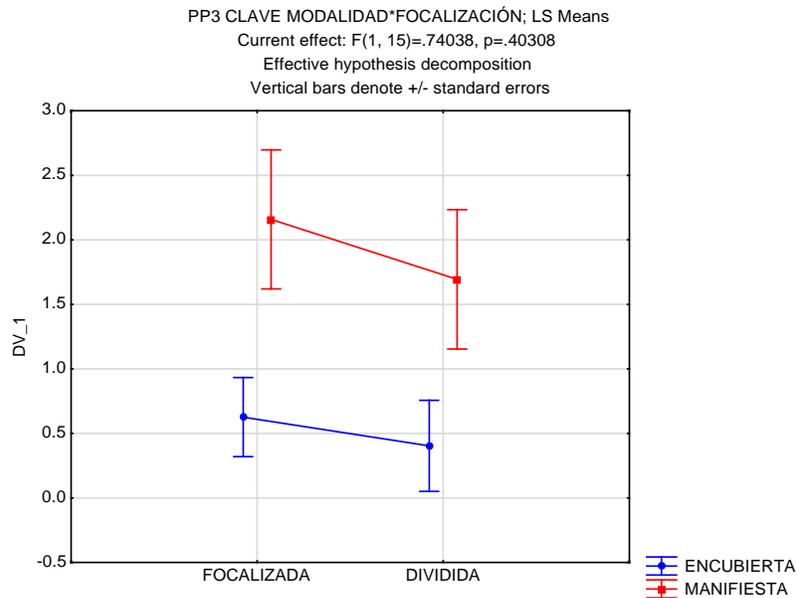
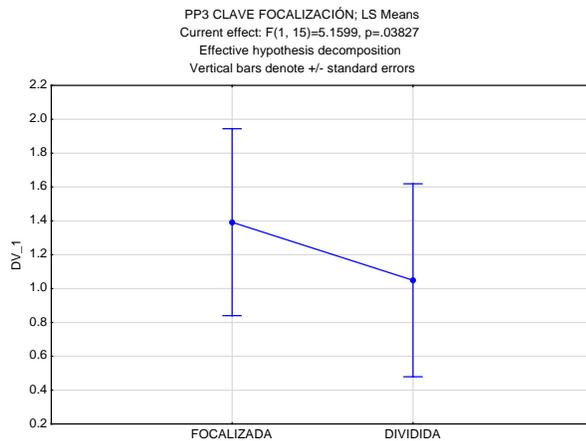
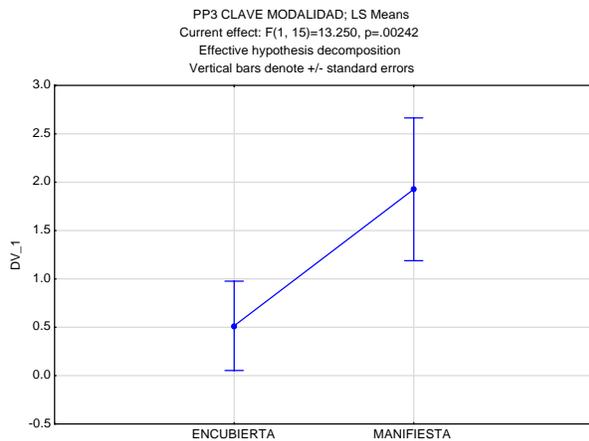
## 2.2.- Componente P2 a las Claves Espaciales

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>P2 CLAVE</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 1.617463					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	205.7790	1	205.7790	78.65604	0.000000
Error	39.2428	15	2.6162		
MODALIDAD	13.0502	1	13.0502	8.61871	0.010225
Error	22.7125	15	1.5142		
FOCALIZACIÓN	8.7616	1	8.7616	32.74589	0.000040
Error	4.0135	15	0.2676		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.0770	1	0.0770	0.25183	0.623077
Error	4.5868	15	0.3058		



## 2.3.- Componente PP3 a las Claves Espaciales

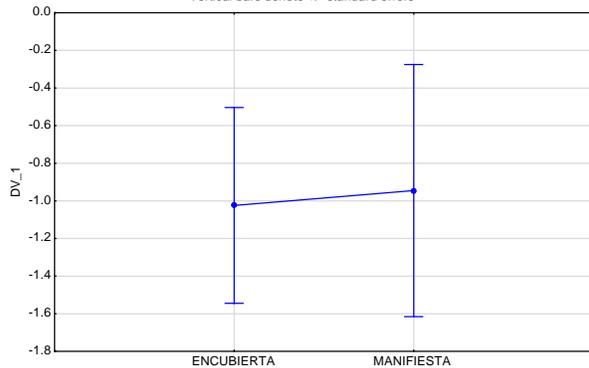
Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>PP3 CLAVE</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 3.116334					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	95.3552	1	95.35523	9.81875	0.006833
Error	145.6731	15	9.71154		
MODALIDAD	31.8660	1	31.86603	13.25023	0.002418
Error	36.0741	15	2.40494		
FOCALIZACIÓN	1.8838	1	1.88376	5.15995	0.038268
Error	5.4761	15	0.36507		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.2328	1	0.23281	0.74038	0.403084
Error	4.7166	15	0.31444		



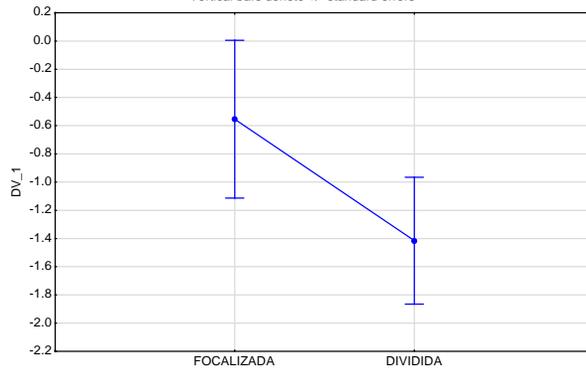
## 2.4.- Componente Nfc a las Claves Espaciales

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>Nfc CLAVE</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 2.765807					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	62.0550	1	62.05501	8.11209	0.012212
Error	114.7454	15	7.64969		
MODALIDAD	0.0992	1	0.09923	0.02562	0.874970
Error	58.0965	15	3.87310		
FOCALIZACIÓN	11.8680	1	11.86803	20.03431	0.000444
Error	8.8858	15	0.59239		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	6.6952	1	6.69516	9.84935	0.006765
Error	10.1963	15	0.67976		

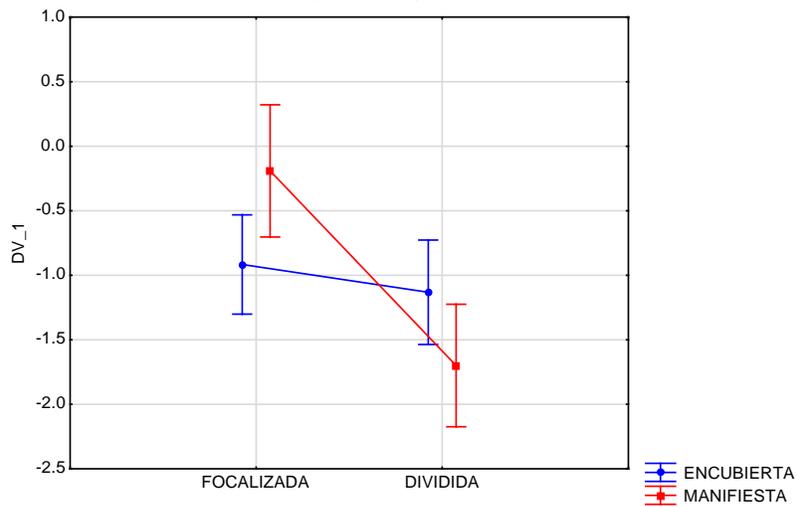
Nfc CLAVE MODALIDAD; LS Means  
Current effect: F(1, 15)=.02562, p=.87497  
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



Nfc CLAVE FOCALIZACIÓN; LS Means  
Current effect: F(1, 15)=20.034, p=.00044  
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors

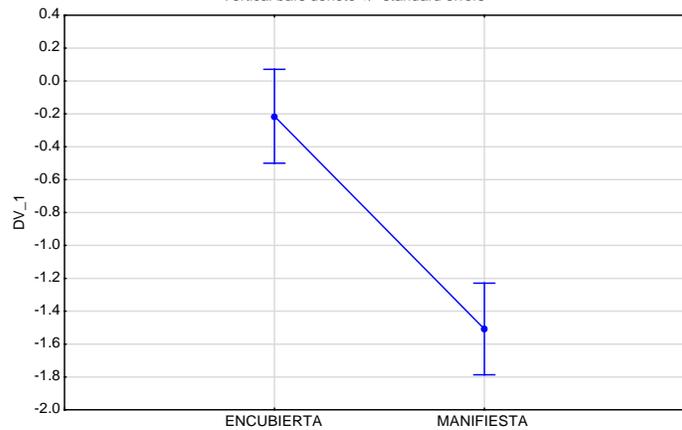


Nfc CLAVE MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
Current effect: F(1, 15)=9.8493, p=.00677  
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



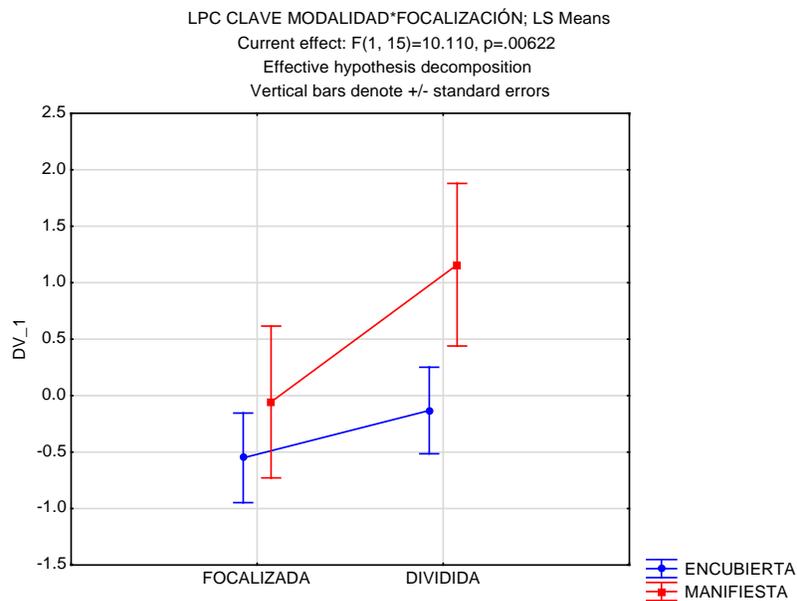
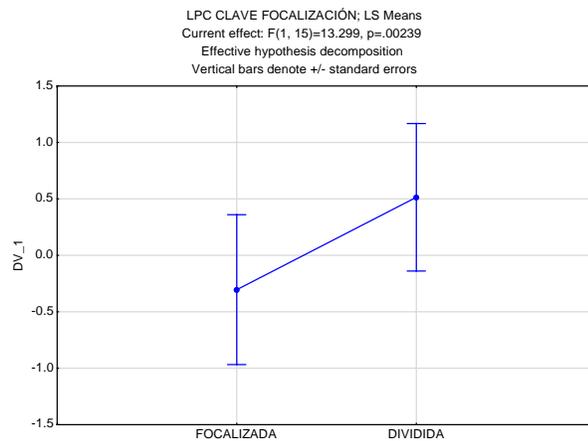
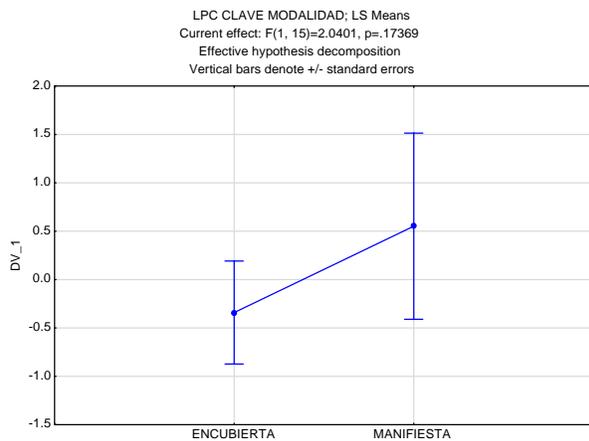
Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>Nfc CLAVE DIFERENCIA</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 1.088471					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	23.73605	1	23.73605	20.03431	0.000444
Error	17.77155	15	1.18477		
MODALIDAD	13.39031	1	13.39031	9.84935	0.006765
Error	20.39269	15	1.35951		

Nfc CLAVE DIFERENCIA (DIVIDIDA-FOCALIZADA) MODALIDAD; LS Means  
 Current effect: F(1, 15)=9.8493, p=.00677  
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



## 2.5.- Componente LPC a las Claves Espaciales

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>LPC CLAVE</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 3.616961					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	0.7119	1	0.71191	0.05442	0.818701
Error	196.2361	15	13.08241		
MODALIDAD	12.7360	1	12.73598	2.04009	0.173691
Error	93.6425	15	6.24284		
FOCALIZACIÓN	10.7011	1	10.70108	13.29872	0.002386
Error	12.0700	15	0.80467		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	2.5321	1	2.53208	10.11011	0.006218
Error	3.7567	15	0.25045		



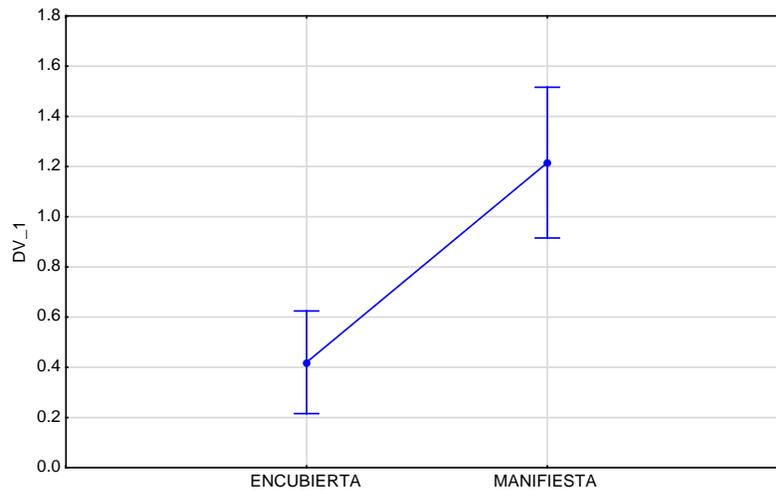
Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>LPC CLAVE DIFERENCIA</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 1.268597					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	21.40215	1	21.40215	13.29872	0.002386
Error	24.14010	15	1.60934		
MODALIDAD	5.06415	1	5.06415	10.11011	0.006218
Error	7.51350	15	0.50090		

LPC CLAVE DIFERENCIA (DIVIDIDA-FOCALIZADA) MODALIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=10.110, p=.00622$

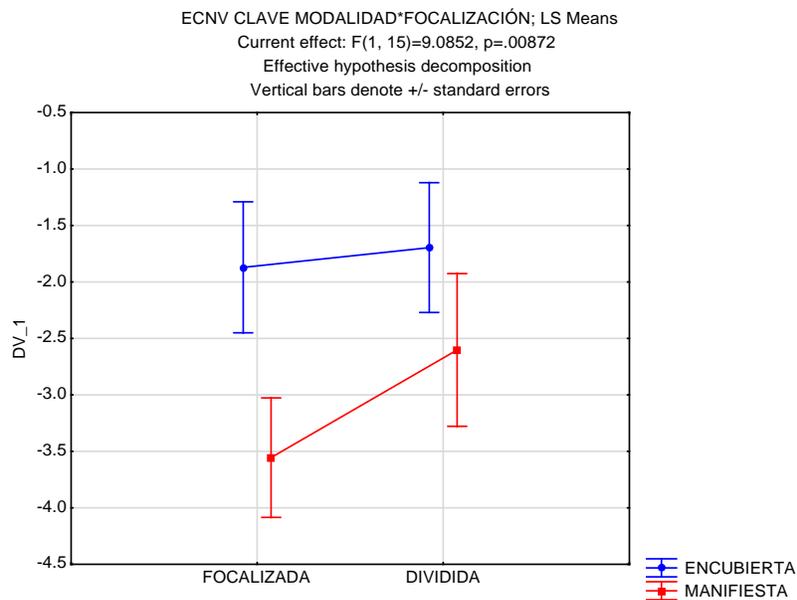
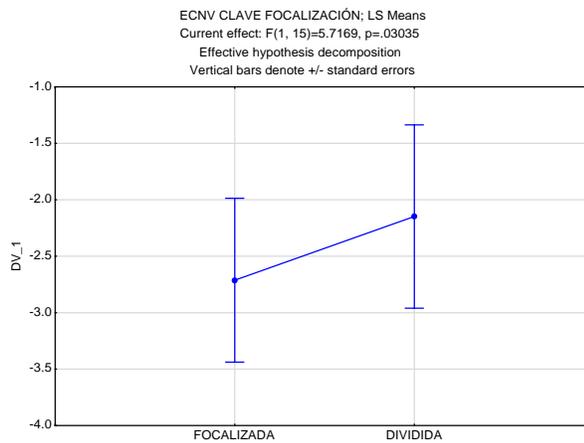
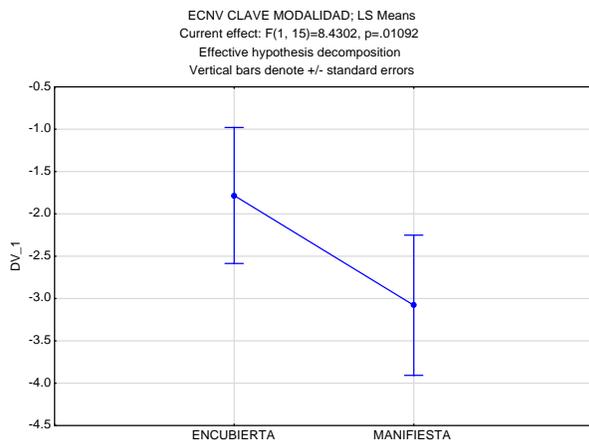
Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors



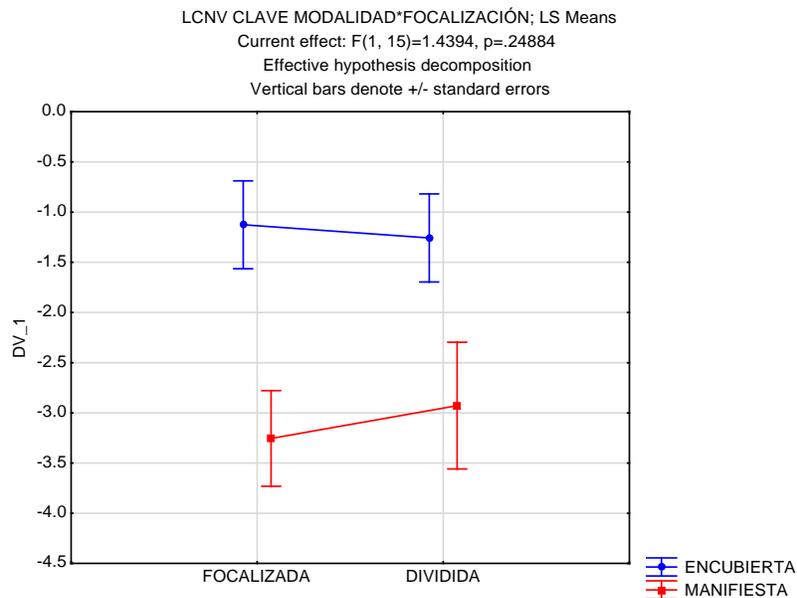
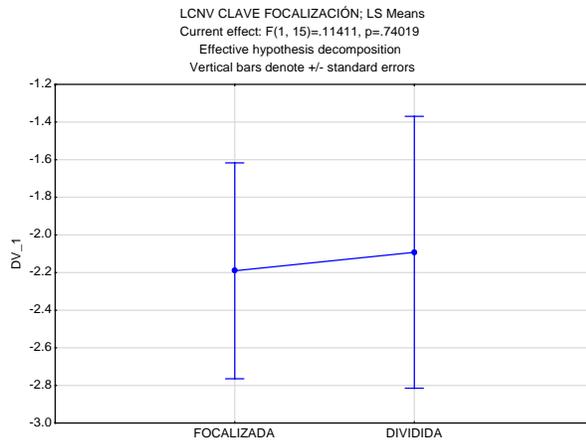
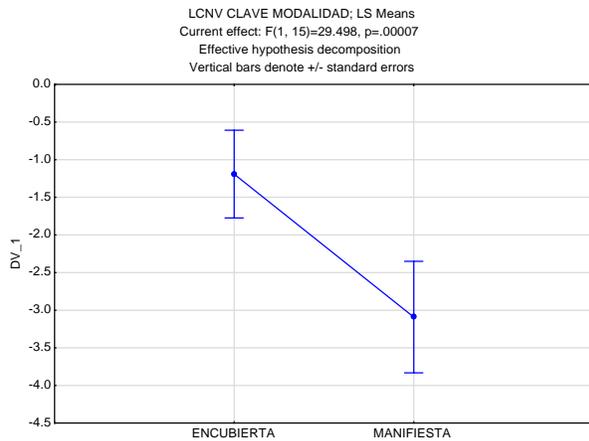
## 2.6.- Componente ECVN a las Claves Espaciales

Effect	Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>ECNV CLAVE</b> ) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 4.253452				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	378.0108	1	378.0108	20.89397	0.000368
Error	271.3779	15	18.0919		
MODALIDAD	26.8583	1	26.8583	8.43017	0.010917
Error	47.7896	15	3.1860		
FOCALIZACIÓN	5.0963	1	5.0963	5.71694	0.030353
Error	13.3716	15	0.8914		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	2.4258	1	2.4258	9.08520	0.008718
Error	4.0051	15	0.2670		



## 2.7.- Componente LCNV a las Claves Espaciales

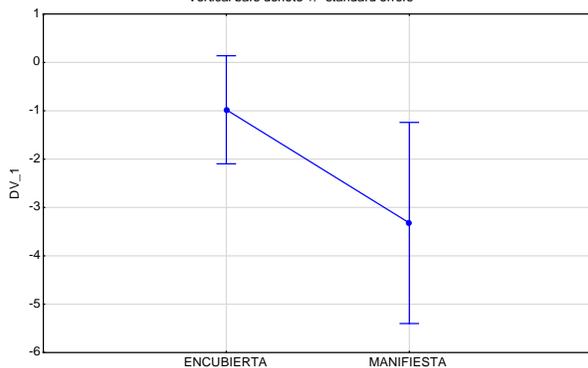
Repeated Measures Analysis of Variance (LCNV CLAVE)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 3.501460					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	293.4797	1	293.4797	23.93755	0.000195
Error	183.9033	15	12.2602		
MODALIDAD	57.7410	1	57.7410	29.49835	0.000069
Error	29.3615	15	1.9574		
FOCALIZACIÓN	0.1550	1	0.1550	0.11411	0.740189
Error	20.3794	15	1.3586		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	0.8395	1	0.8395	1.43944	0.248838
Error	8.7484	15	0.5832		



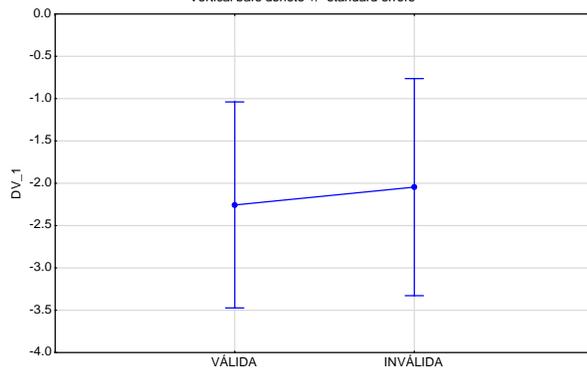
## 2.8.- Componente N1 a los Estímulos Objetivo

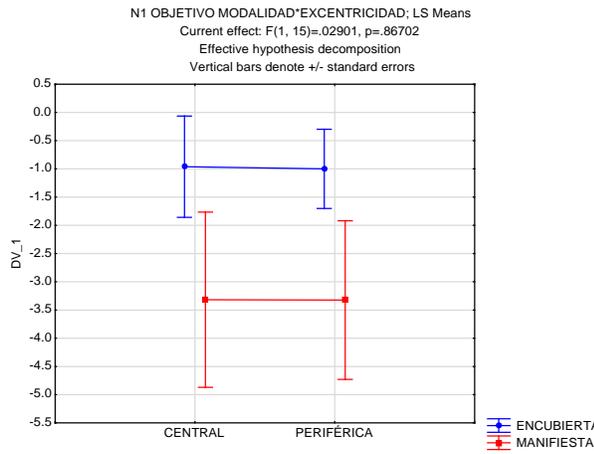
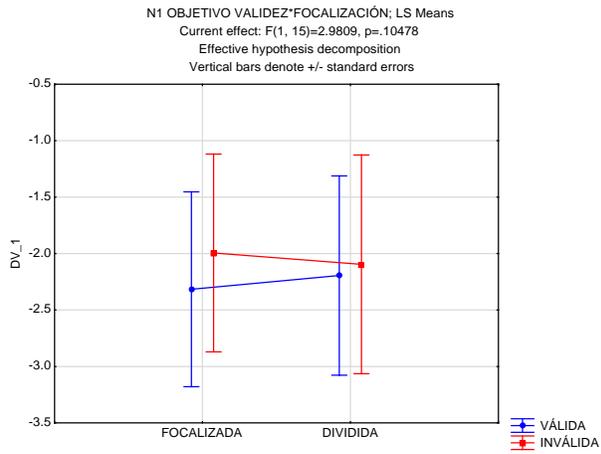
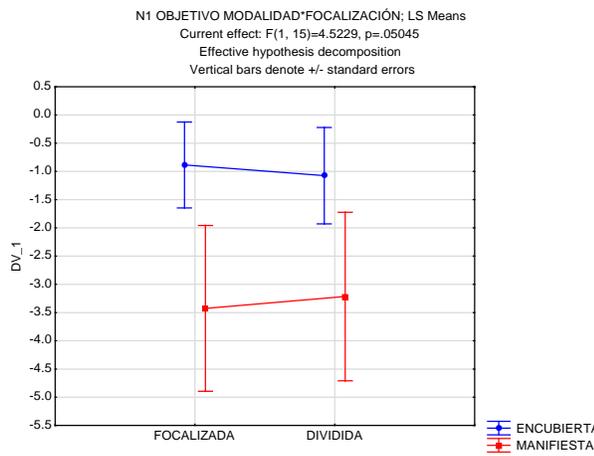
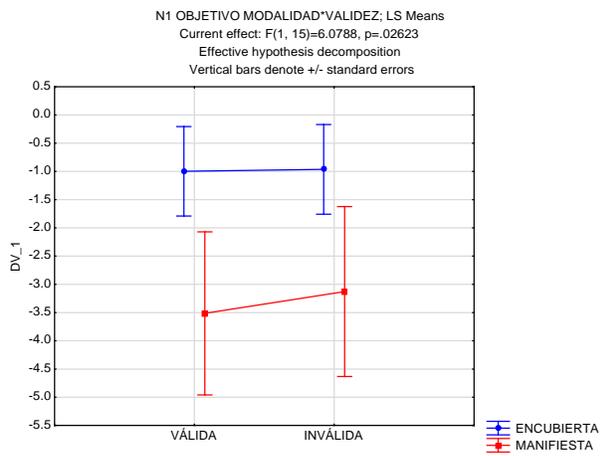
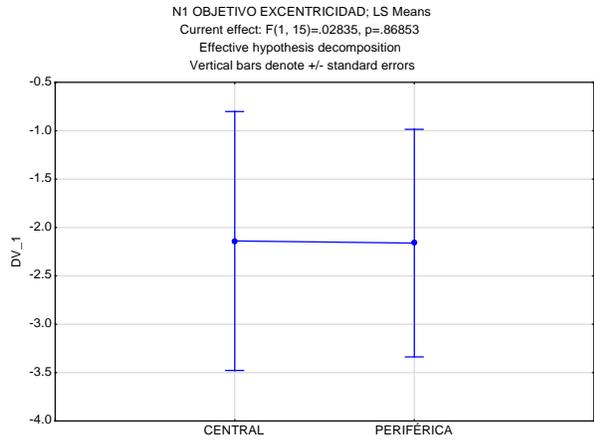
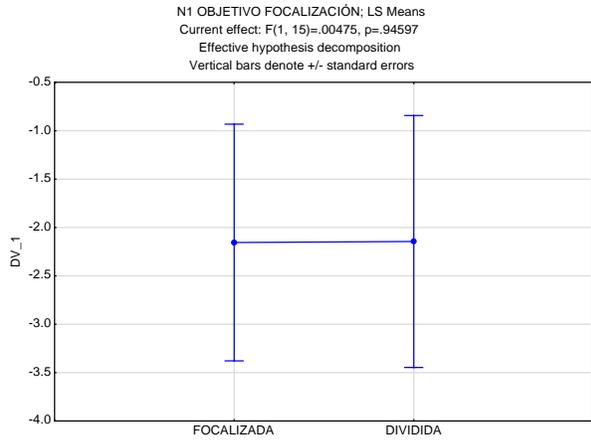
Effect	Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>N1 OBJETIVO</b> ) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 7.046411				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1183.446	1	1183.446	23.83485	0.000199
Error	744.779	15	49.652		
MODALIDAD	350.626	1	350.626	8.88113	0.009343
Error	592.197	15	39.480		
VALIDEZ	2.839	1	2.839	8.85825	0.009417
Error	4.808	15	0.321		
FOCALIZACIÓN	0.007	1	0.007	0.00475	0.945971
Error	21.499	15	1.433		
EXCENRICIDAD	0.032	1	0.032	0.02835	0.868531
Error	16.668	15	1.111		
MODALIDAD*VALIDEZ	1.985	1	1.985	6.07876	0.026229
Error	4.897	15	0.326		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	2.556	1	2.556	4.52288	0.050450
Error	8.477	15	0.565		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.794	1	0.794	2.98090	0.104783
Error	3.997	15	0.266		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	0.018	1	0.018	0.02901	0.867023
Error	9.248	15	0.617		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.398	1	0.398	0.43778	0.518229
Error	13.653	15	0.910		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	2.556	1	2.556	2.68590	0.122040
Error	14.275	15	0.952		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.551	1	0.551	1.11624	0.307448
Error	7.408	15	0.494		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.328	1	0.328	0.26802	0.612217
Error	18.344	15	1.223		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.936	1	0.936	0.99295	0.334827
Error	14.141	15	0.943		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.018	1	0.018	0.01816	0.894587
Error	14.499	15	0.967		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.457	1	0.457	0.64686	0.433799
Error	10.605	15	0.707		

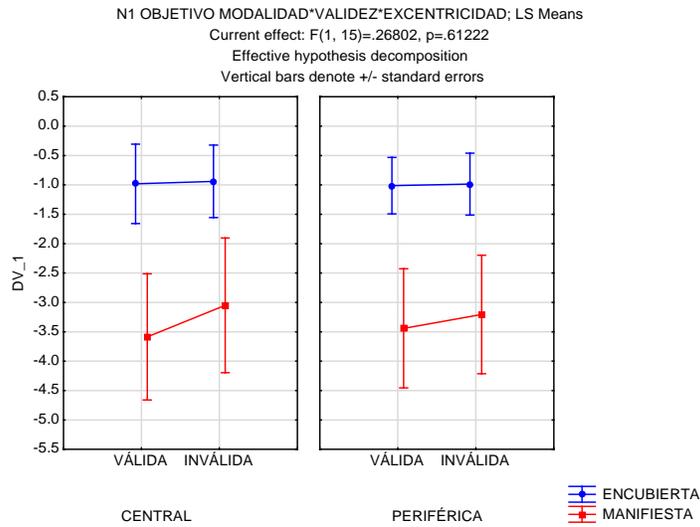
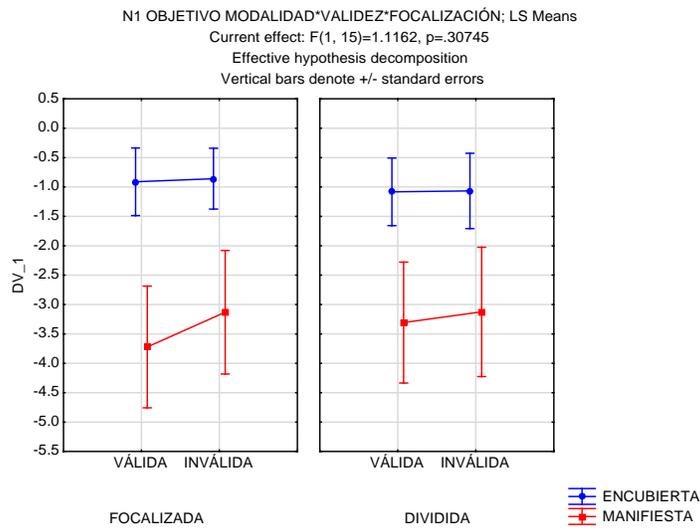
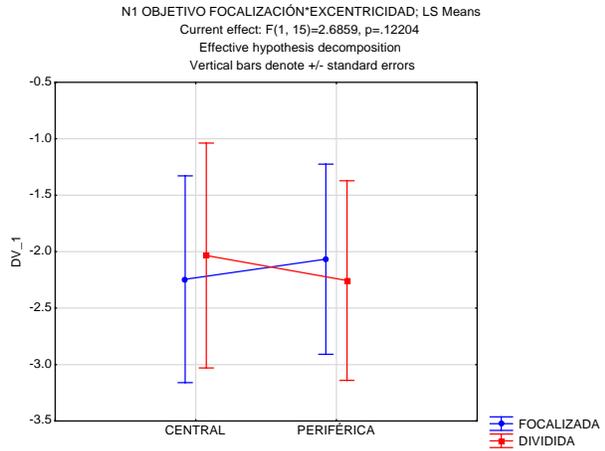
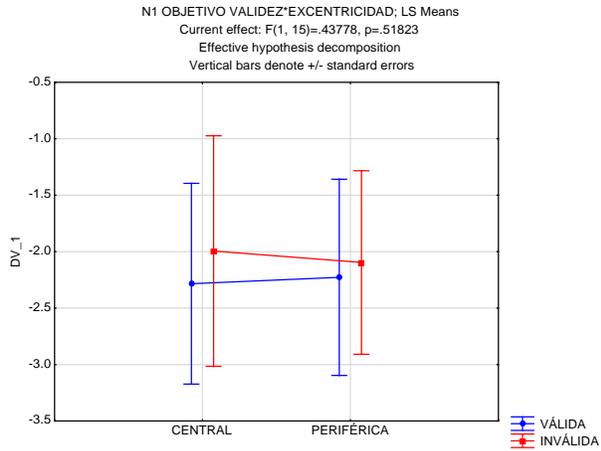
N1 OBJETIVO MODALIDAD; LS Means  
Current effect:  $F(1, 15)=8.8811$ ,  $p=.00934$   
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



N1 OBJETIVO VALIDEZ; LS Means  
Current effect:  $F(1, 15)=8.8583$ ,  $p=.00942$   
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors





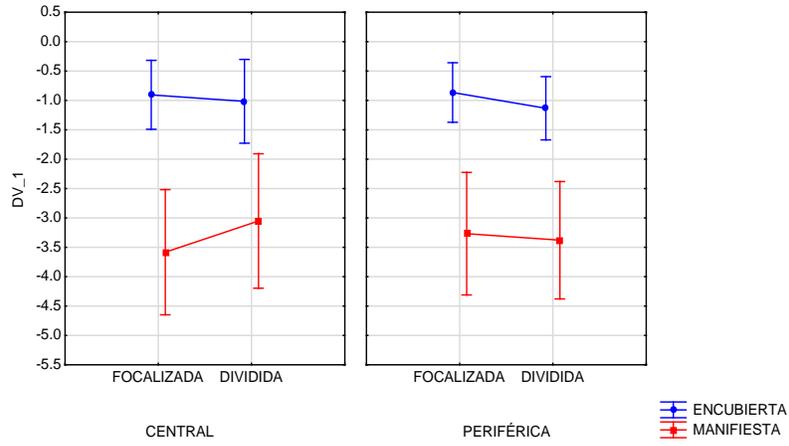


N1 OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .99295, p = .33483$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

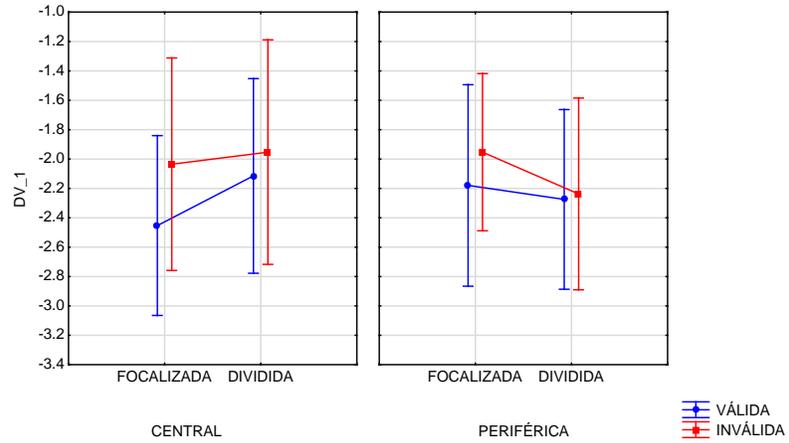


N1 OBJETIVO VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .01816, p = .89459$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors



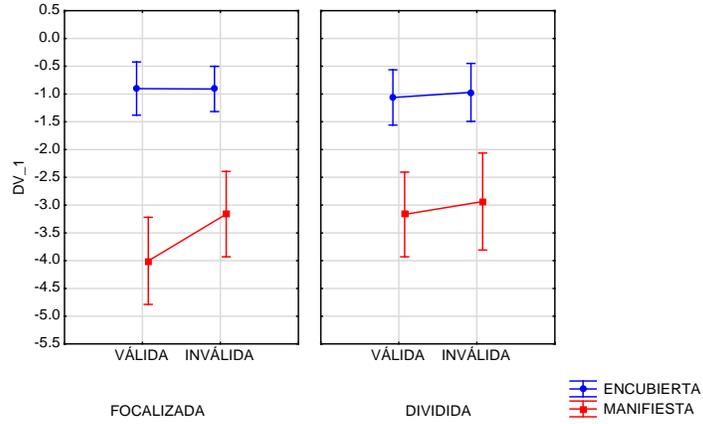
N1 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .64686, p = .43380$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
CENTRAL



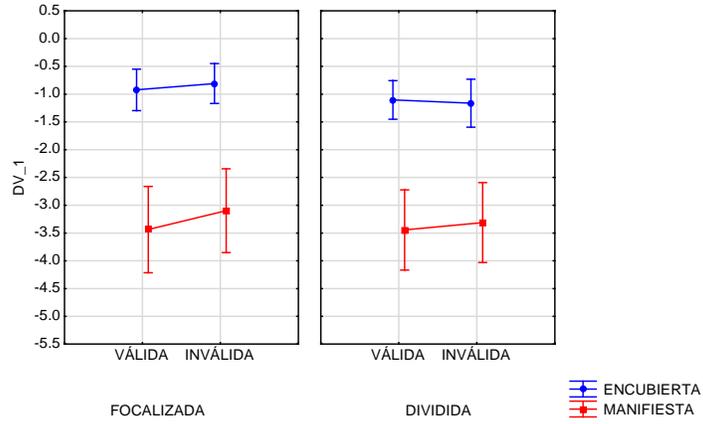
N1 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .64686, p = .43380$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

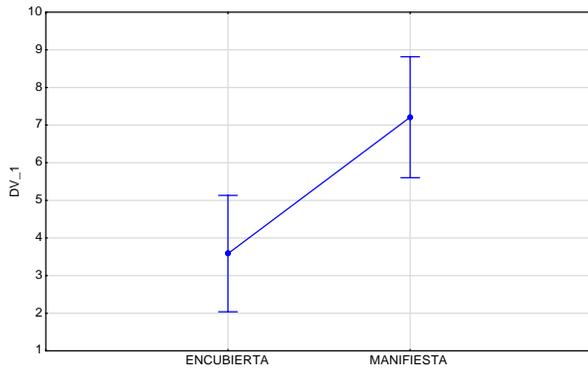
Factors: Levels  
PERIFÉRICA



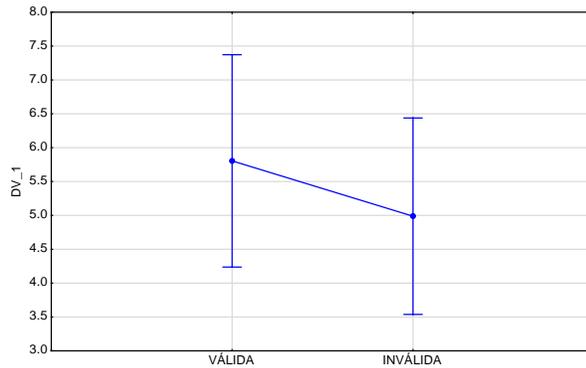
## 2.9.- Componente P2 a los Estímulos Objetivo

Effect	Repeated Measures Analysis of Variance (P2 OBJETIVO)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	7455.783	1	7455.783	105.8803	0.000000
Error	1056.256	15	70.417		
MODALIDAD	840.601	1	840.601	91.2346	0.000000
Error	138.204	15	9.214		
VALIDEZ	42.682	1	42.682	16.5346	0.001013
Error	38.720	15	2.581		
FOCALIZACIÓN	41.048	1	41.048	16.8059	0.000947
Error	36.637	15	2.442		
EXCENRICIDAD	12.448	1	12.448	6.4381	0.022761
Error	29.001	15	1.933		
MODALIDAD*VALIDEZ	35.484	1	35.484	17.0427	0.000894
Error	31.231	15	2.082		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	17.457	1	17.457	10.9352	0.004791
Error	23.946	15	1.596		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.425	1	0.425	0.2510	0.623659
Error	25.397	15	1.693		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	1.679	1	1.679	0.9681	0.340757
Error	26.009	15	1.734		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	4.614	1	4.614	0.9421	0.347140
Error	73.474	15	4.898		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	10.575	1	10.575	6.4889	0.022315
Error	24.445	15	1.630		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	2.137	1	2.137	0.6273	0.440678
Error	51.098	15	3.407		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	4.706	1	4.706	1.4761	0.243160
Error	47.823	15	3.188		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	2.498	1	2.498	2.8009	0.114930
Error	13.380	15	0.892		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	7.280	1	7.280	10.5920	0.005333
Error	10.309	15	0.687		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.359	1	0.359	0.1903	0.668901
Error	28.321	15	1.888		

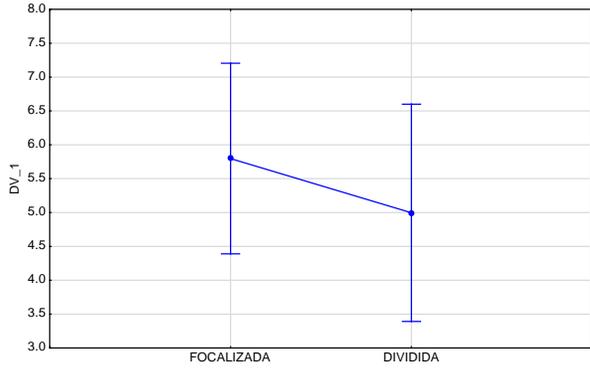
P2 OBJETIVO MODALIDAD; LS Means  
Current effect: F(1, 15)=91.235, p=.00000  
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



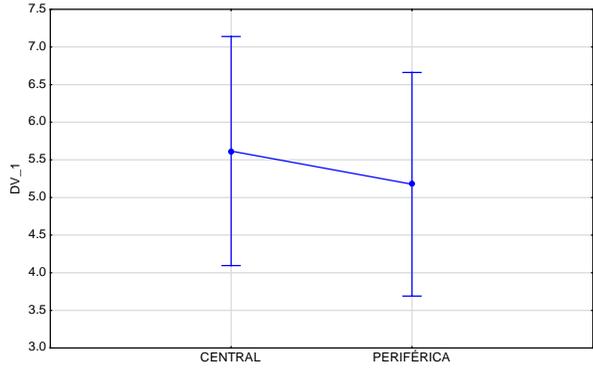
P2 OBJETIVO VALIDEZ; LS Means  
Current effect: F(1, 15)=16.535, p=.00101  
Effective hypothesis decomposition  
Vertical bars denote +/- standard errors



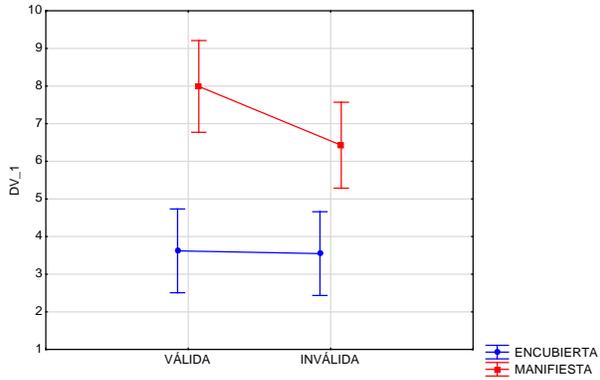
P2 OBJETIVO FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=16.806, p=.00095$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



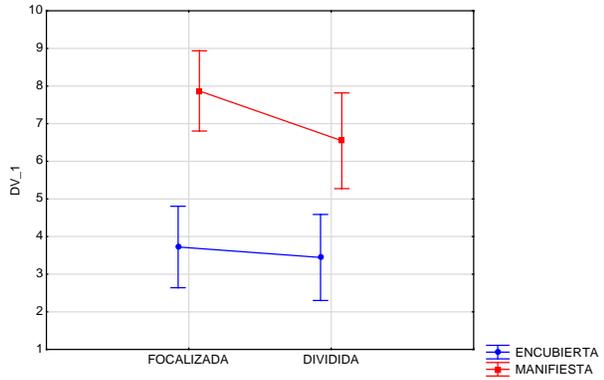
P2 OBJETIVO EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=6.4381, p=.02276$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



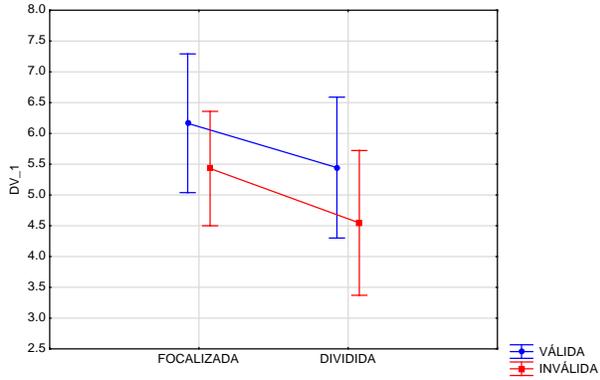
P2 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=17.043, p=.00089$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



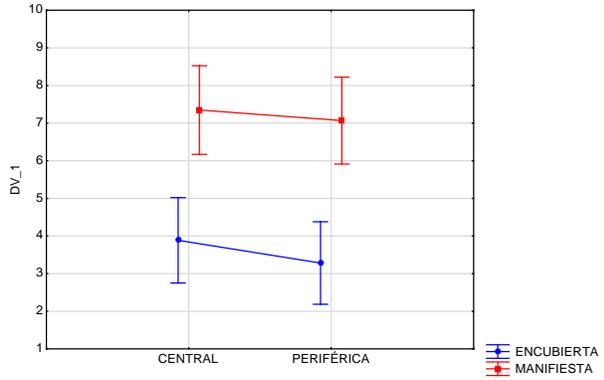
P2 OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=10.935, p=.00479$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors

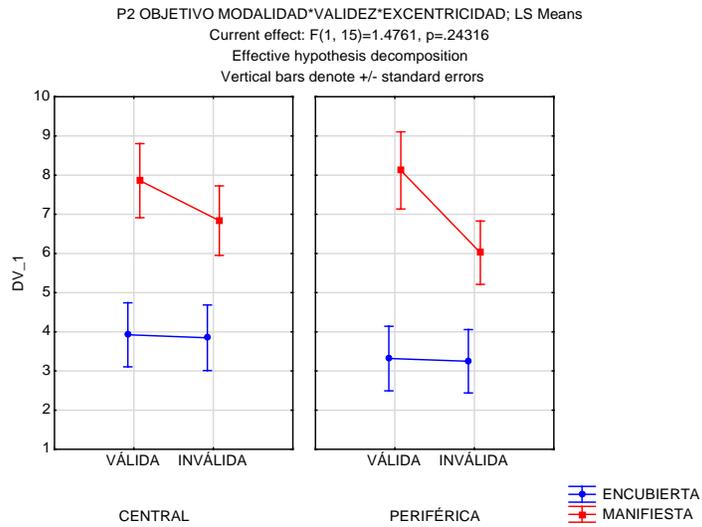
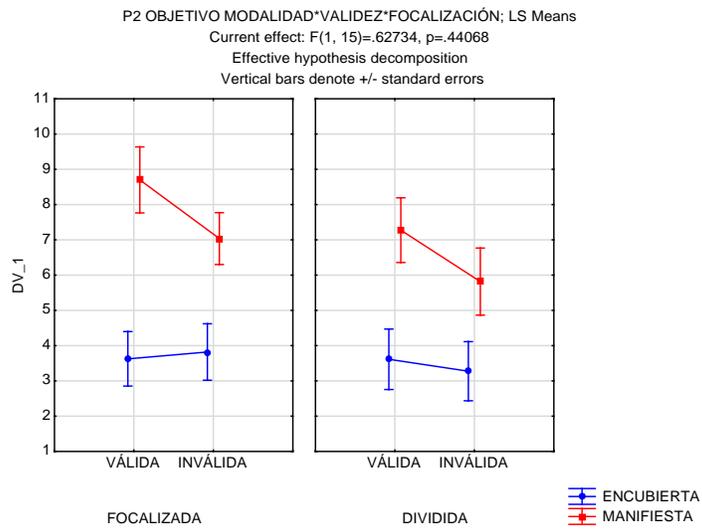
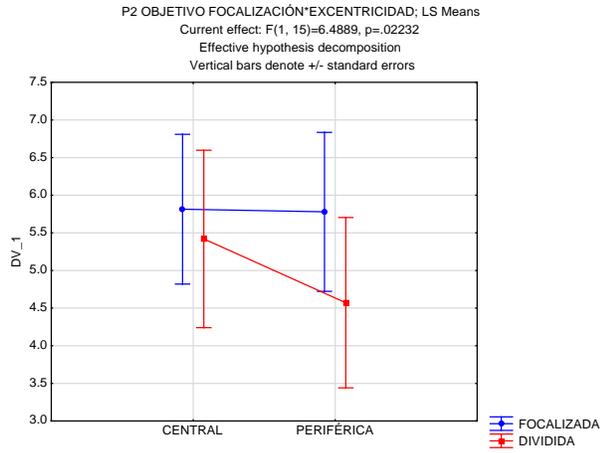
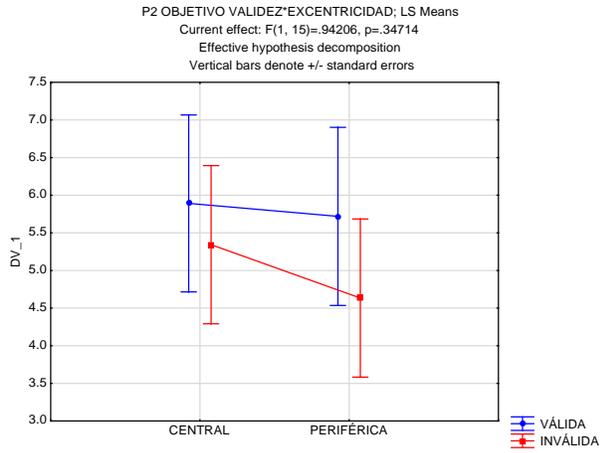


P2 OBJETIVO VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.25098, p=.62366$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



P2 OBJETIVO MODALIDAD\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.96811, p=.34076$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



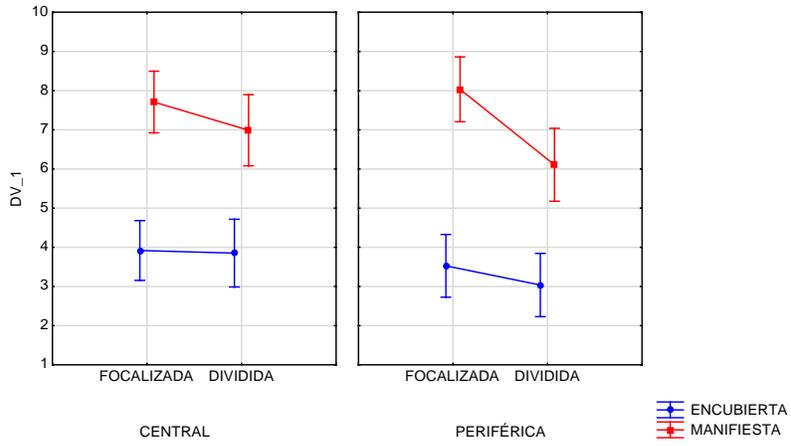


P2 OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=2.8009, p=.11493$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

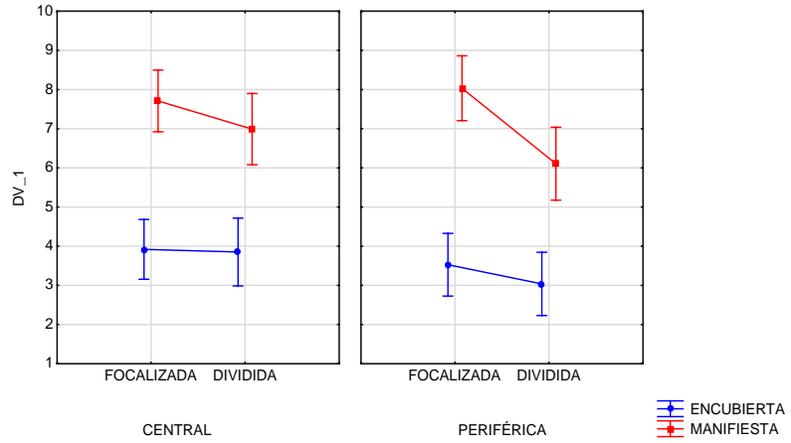


P2 OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=2.8009, p=.11493$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors



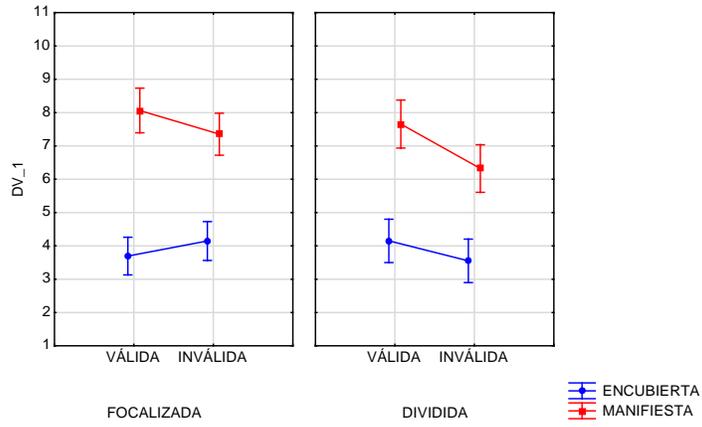
P2 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .19027, p = .66890$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
CENTRAL



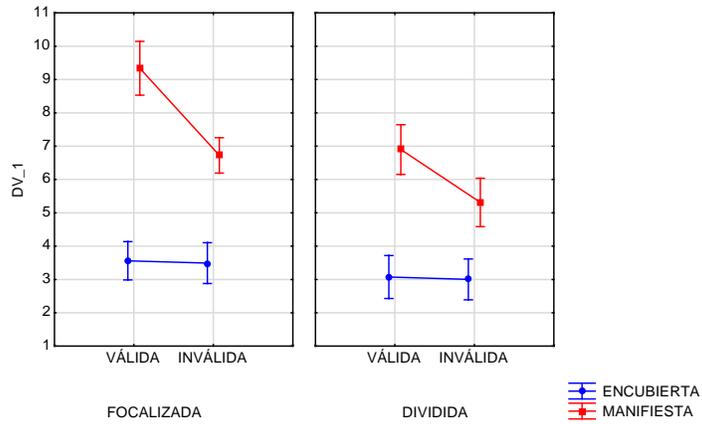
P2 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .19027, p = .66890$

Effective hypothesis decomposition

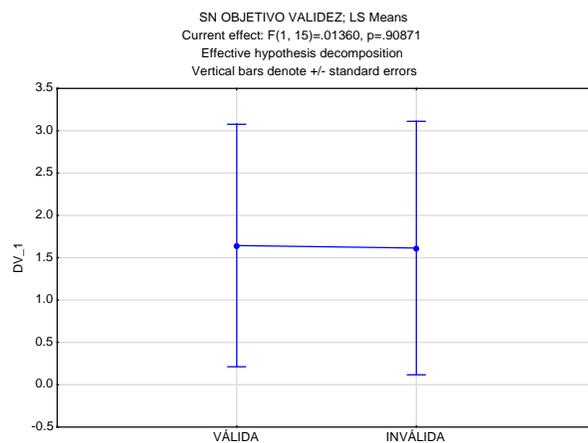
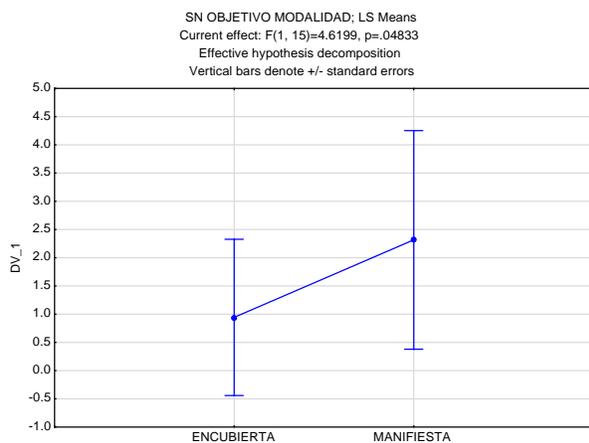
Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
PERIFÉRICA

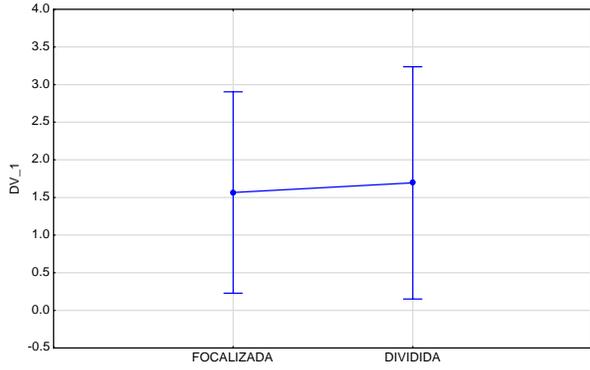


## 2.10.- Componente SN a los Estímulos Objetivo

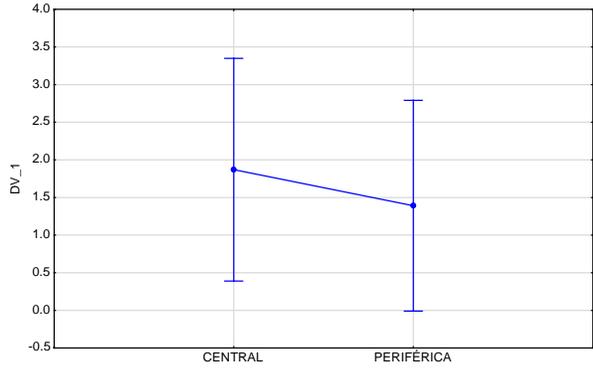
Effect	Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>SN OBJETIVO</b> ) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 8.032937				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	680.3946	1	680.3946	10.54416	0.005415
Error	967.9214	15	64.5281		
MODALIDAD	120.6290	1	120.6290	4.61995	0.048329
Error	391.6572	15	26.1105		
VALIDEZ	0.0567	1	0.0567	0.01360	0.908712
Error	62.5446	15	4.1696		
FOCALIZACIÓN	1.0519	1	1.0519	0.48084	0.498640
Error	32.8146	15	2.1876		
EXCENRICIDAD	14.6545	1	14.6545	8.01932	0.012622
Error	27.4111	15	1.8274		
MODALIDAD*VALIDEZ	0.5997	1	0.5997	0.15011	0.703874
Error	59.9224	15	3.9948		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	1.4475	1	1.4475	1.37076	0.259946
Error	15.8398	15	1.0560		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.2519	1	0.2519	0.23146	0.637384
Error	16.3231	15	1.0882		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	0.0034	1	0.0034	0.00514	0.943800
Error	9.8619	15	0.6575		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.0128	1	0.0128	0.00880	0.926500
Error	21.8118	15	1.4541		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.8824	1	0.8824	0.45655	0.509522
Error	28.9919	15	1.9328		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	0.0099	1	0.0099	0.00675	0.935616
Error	21.9511	15	1.4634		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	0.2087	1	0.2087	0.10662	0.748540
Error	29.3669	15	1.9578		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	3.5934	1	3.5934	4.60745	0.048596
Error	11.6986	15	0.7799		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	0.0017	1	0.0017	0.00116	0.973239
Error	21.2769	15	1.4185		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	1.0391	1	1.0391	0.85744	0.369114
Error	18.1783	15	1.2119		



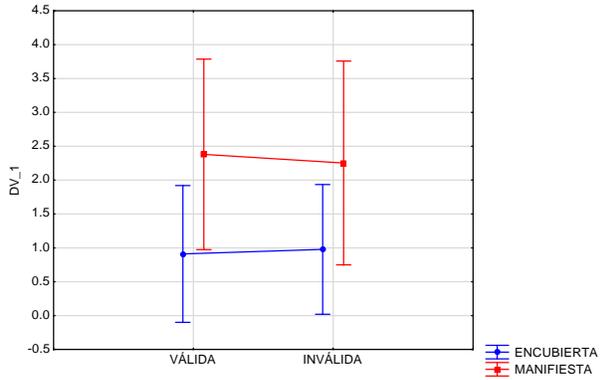
SN OBJETIVO FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .48084, p = .49864$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



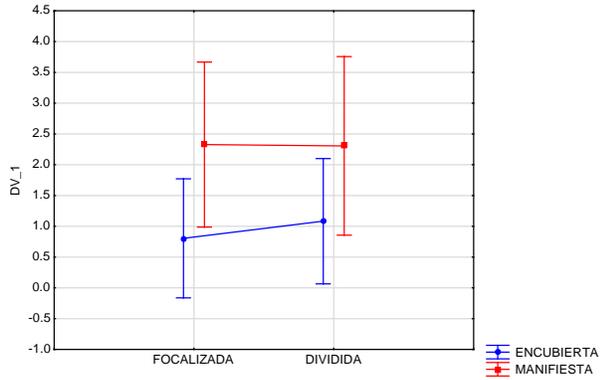
SN OBJETIVO EXCENRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = 8.0193, p = .01262$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



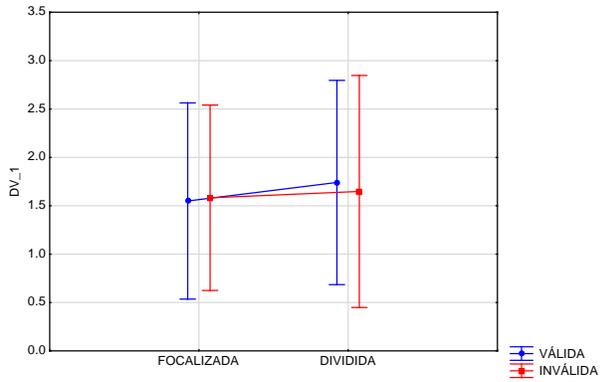
SN OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .15011, p = .70387$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



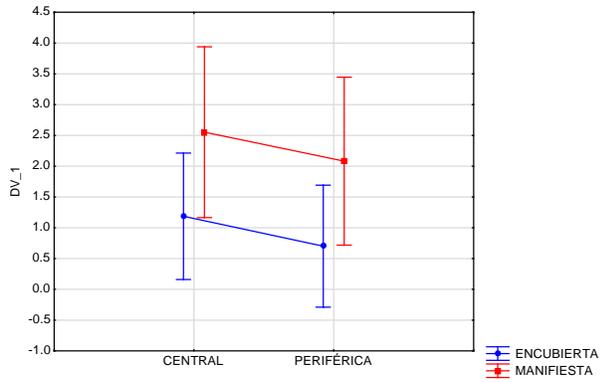
SN OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = 1.3708, p = .25995$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors

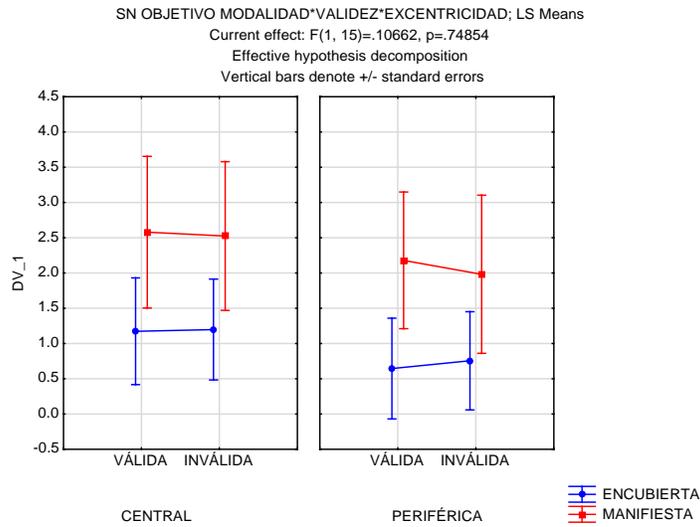
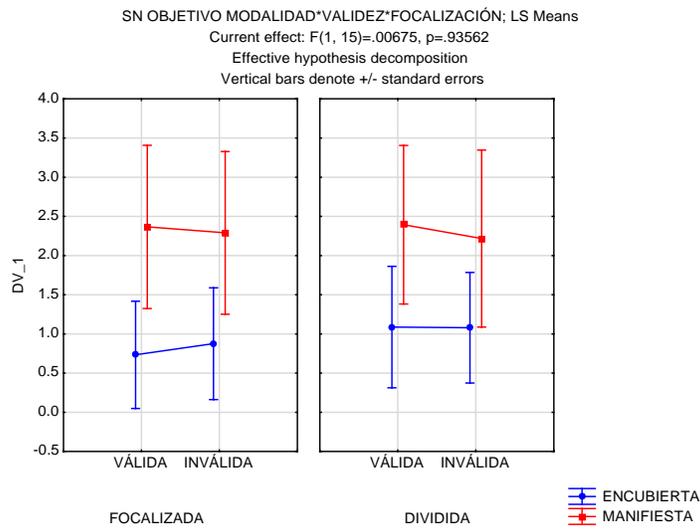
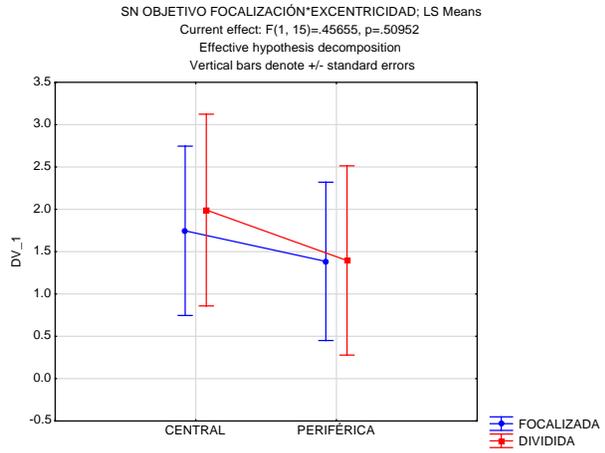
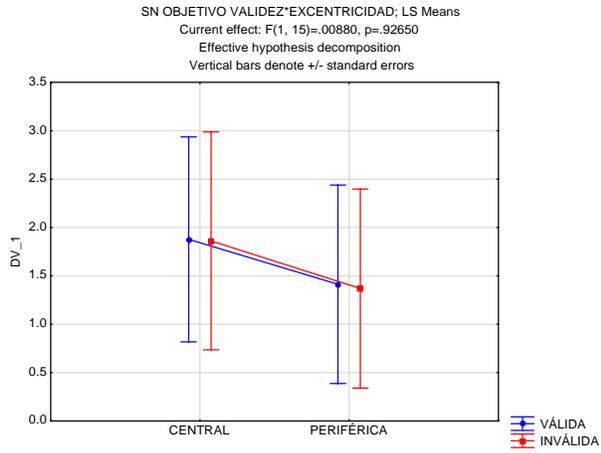


SN OBJETIVO VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .23146, p = .63738$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



SN OBJETIVO MODALIDAD\*EXCENRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15) = .00514, p = .94380$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



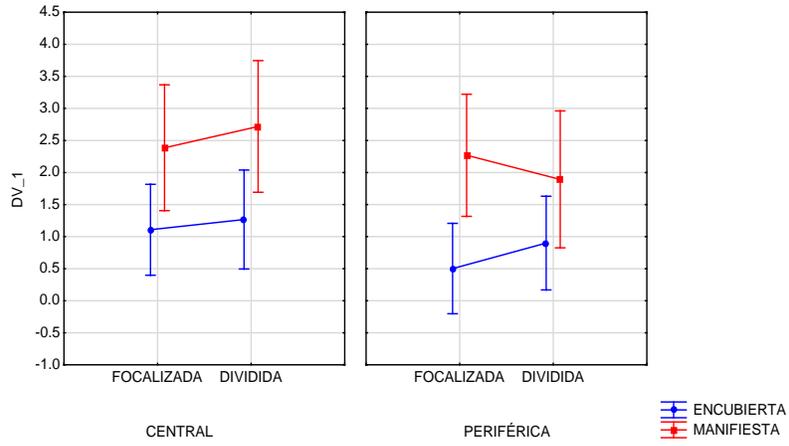


SN OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=4.6075, p=.04860$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

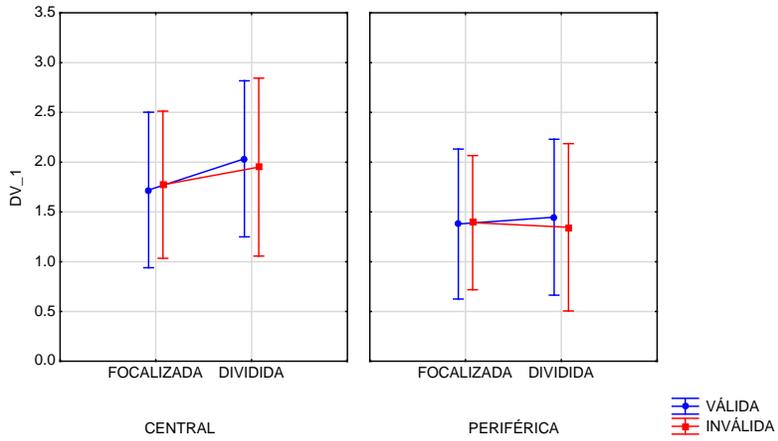


SN OBJETIVO VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=.00116, p=.97324$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors



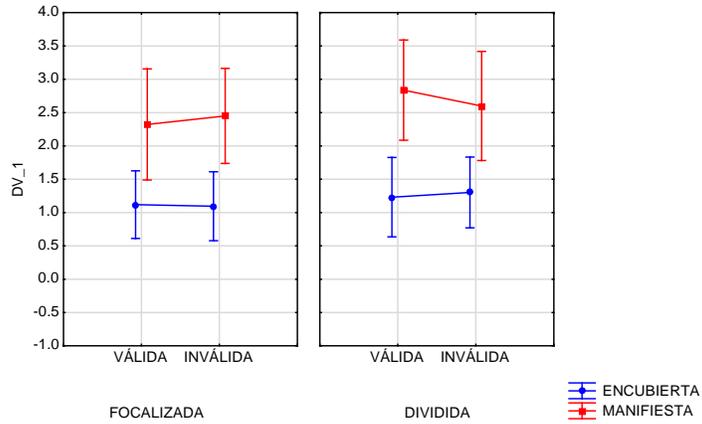
SN OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .85744, p = .36911$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
CENTRAL



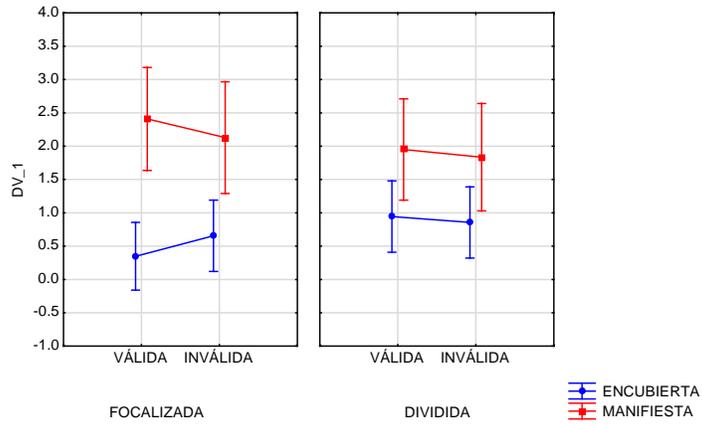
SN OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15) = .85744, p = .36911$

Effective hypothesis decomposition

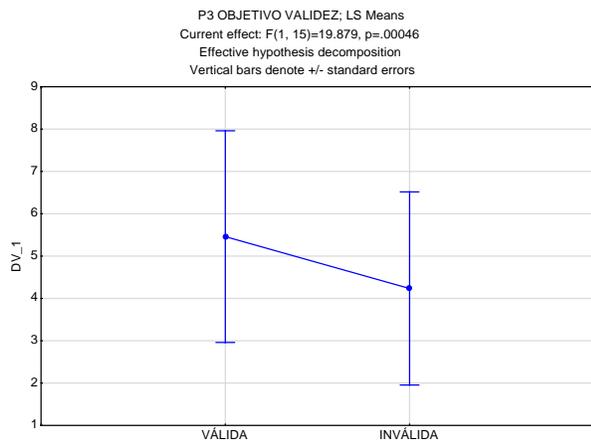
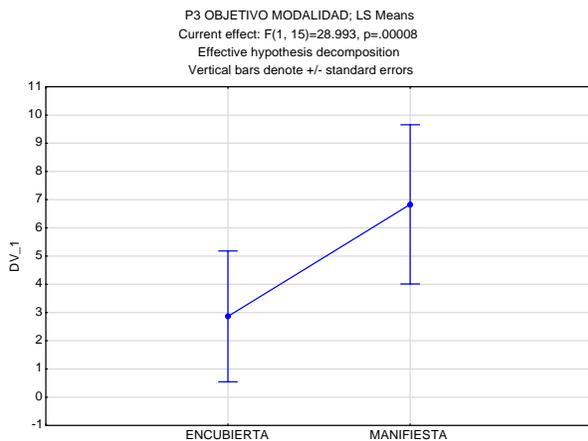
Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
PERIFÉRICA

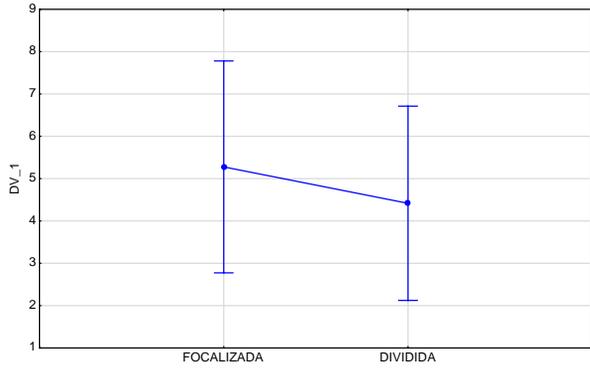


## 2.11.- Componente P3 a los Estímulos Objetivo

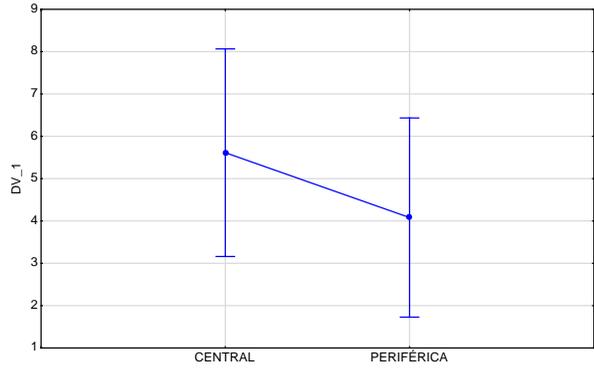
Effect	Repeated Measures Analysis of Variance (P3 OBJETIVO) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 13.35997				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	6017.590	1	6017.590	33.71408	0.000035
Error	2677.334	15	178.489		
MODALIDAD	1008.340	1	1008.340	28.99342	0.000076
Error	521.674	15	34.778		
VALIDEZ	96.003	1	96.003	19.87923	0.000460
Error	72.440	15	4.829		
FOCALIZACIÓN	47.274	1	47.274	7.89744	0.013184
Error	89.790	15	5.986		
EXCENRICIDAD	150.262	1	150.262	24.06358	0.000190
Error	93.665	15	6.244		
MODALIDAD*VALIDEZ	42.080	1	42.080	5.80046	0.029338
Error	108.818	15	7.255		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN	30.106	1	30.106	4.82852	0.044115
Error	93.525	15	6.235		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	1.353	1	1.353	0.73501	0.404752
Error	27.609	15	1.841		
MODALIDAD*EXCENRICIDAD	7.146	1	7.146	0.74236	0.402469
Error	144.382	15	9.625		
VALIDEZ*EXCENRICIDAD	1.558	1	1.558	1.15383	0.299725
Error	20.252	15	1.350		
FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	7.963	1	7.963	3.61308	0.076718
Error	33.059	15	2.204		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN	1.764	1	1.764	0.87877	0.363389
Error	30.109	15	2.007		
MODALIDAD*VALIDEZ*EXCENRICIDAD	14.750	1	14.750	4.65767	0.047533
Error	47.504	15	3.167		
MODALIDAD*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	11.615	1	11.615	11.00431	0.004690
Error	15.833	15	1.056		
VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	1.275	1	1.275	0.49555	0.492247
Error	38.608	15	2.574		
MODALIDAD*VALIDEZ*FOCALIZACIÓN*EXCENRICIDAD	8.780	1	8.780	4.51057	0.050727
Error	29.198	15	1.947		



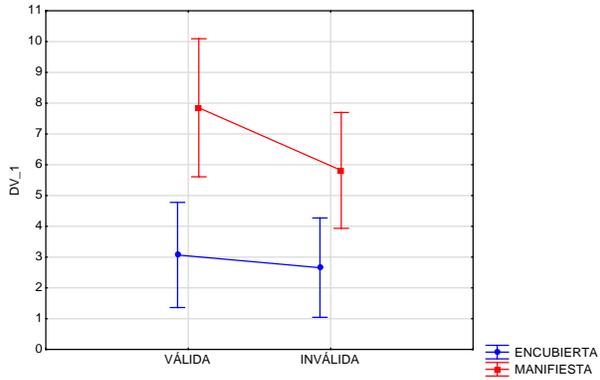
P3 OBJETIVO FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=7.8974, p=.01318$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



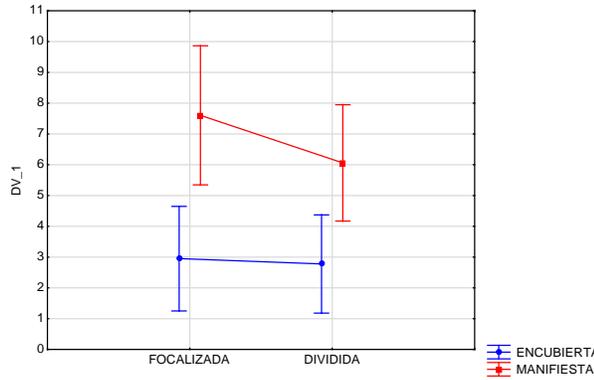
P3 OBJETIVO EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=24.064, p=.00019$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



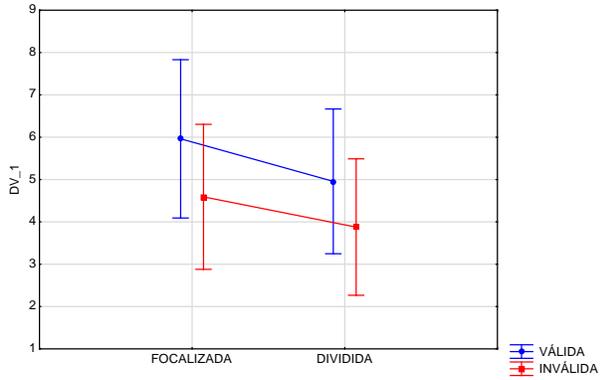
P3 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=5.8005, p=.02934$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



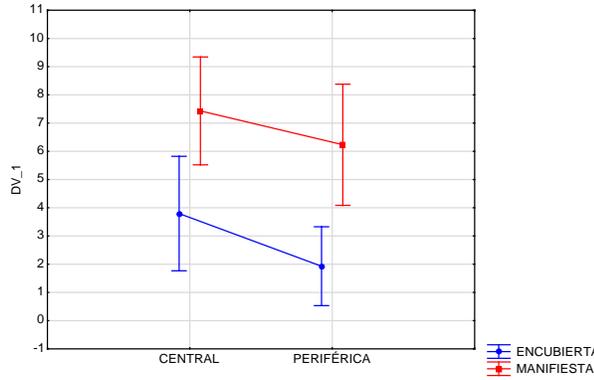
P3 OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=4.8285, p=.04411$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors

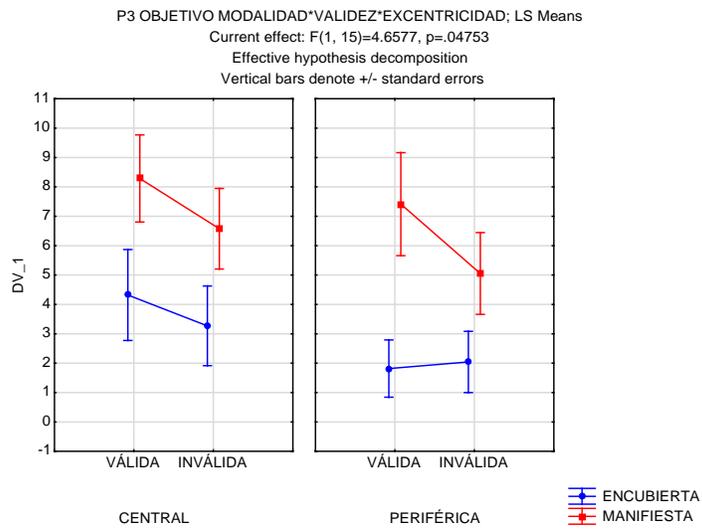
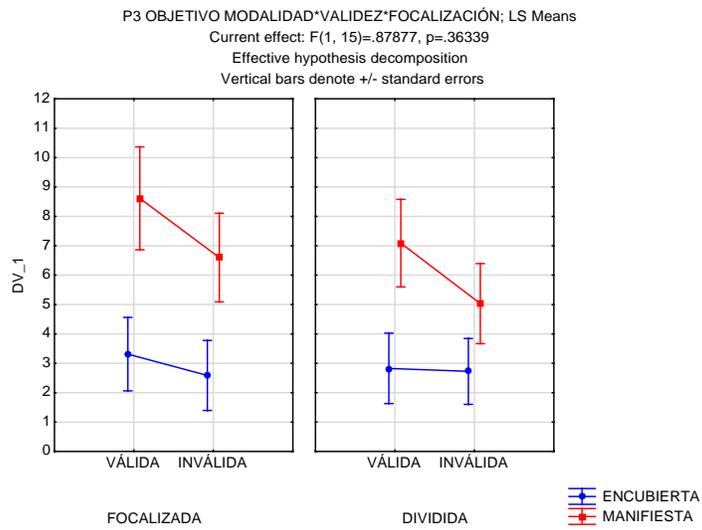
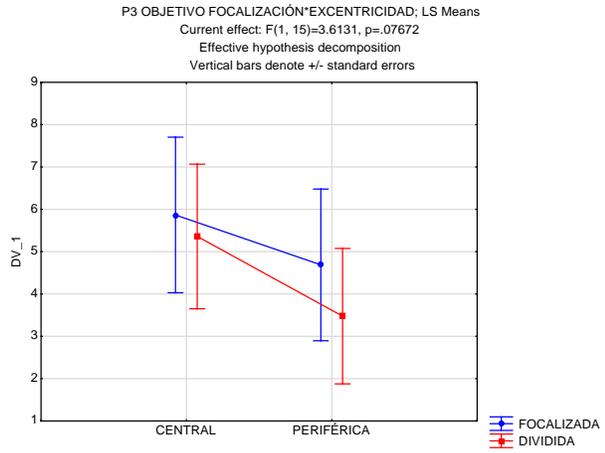
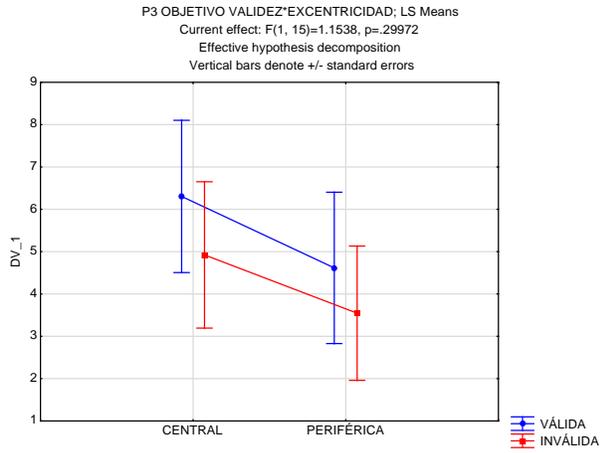


P3 OBJETIVO VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.73501, p=.40475$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



P3 OBJETIVO MODALIDAD\*EXCENTRICIDAD; LS Means  
 Current effect:  $F(1, 15)=.74236, p=.40247$   
 Effective hypothesis decomposition  
 Vertical bars denote +/- standard errors



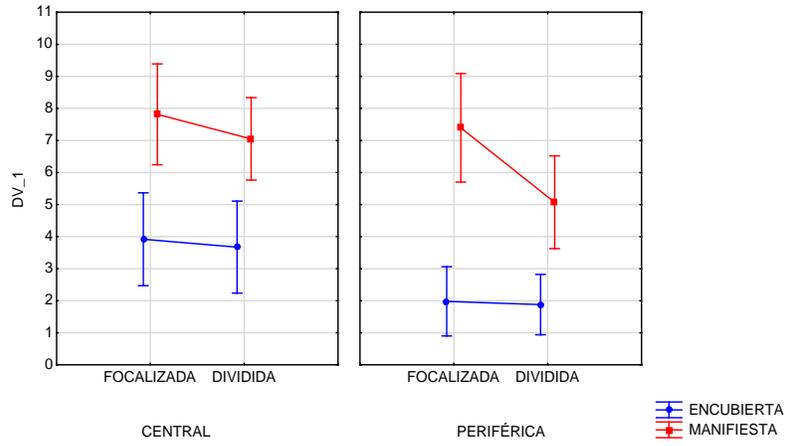


P3 OBJETIVO MODALIDAD\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=11.004, p=.00469$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

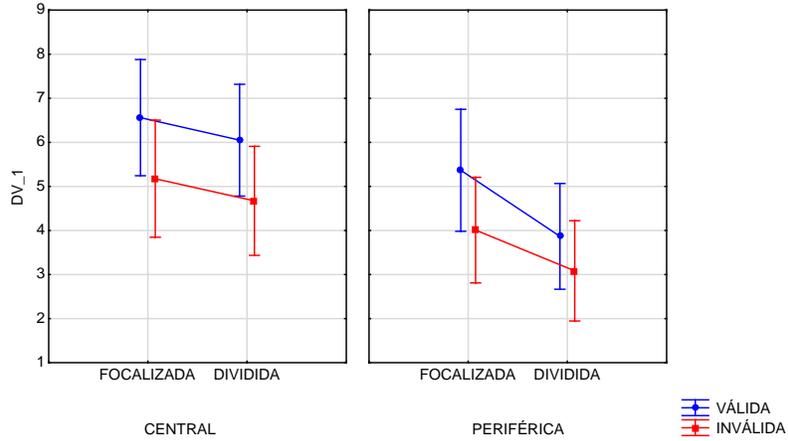


P3 OBJETIVO VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=.49555, p=.49225$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors



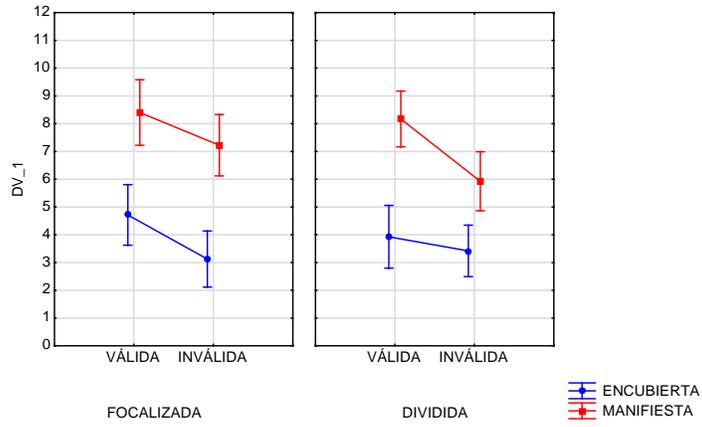
P3 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=4.5106, p=.05073$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

Factors: Levels  
CENTRAL



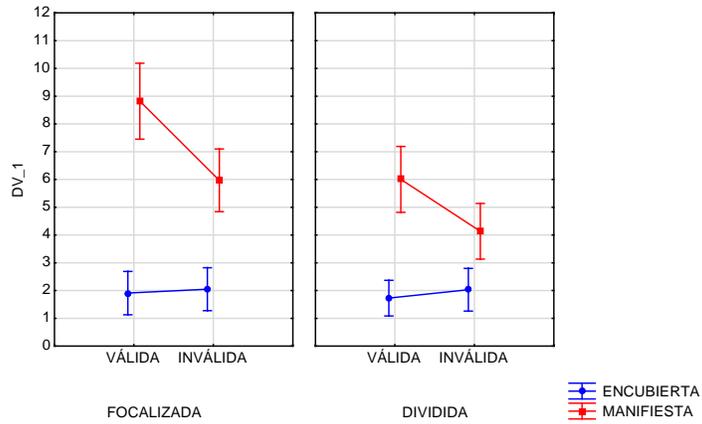
P3 OBJETIVO MODALIDAD\*VALIDEZ\*FOCALIZACIÓN\*EXCENTRICIDAD; LS Means

Current effect:  $F(1, 15)=4.5106, p=.05073$

Effective hypothesis decomposition

Vertical bars denote +/- standard errors

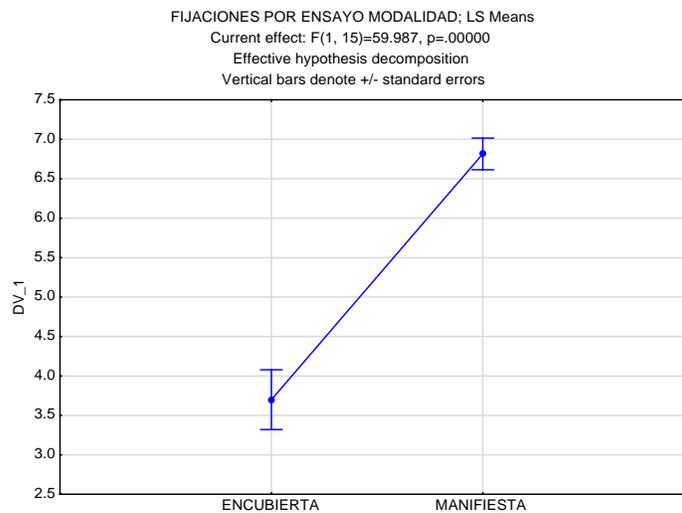
Factors: Levels  
PERIFÉRICA



### 3.- Resultados estadísticos Movimientos Oculares

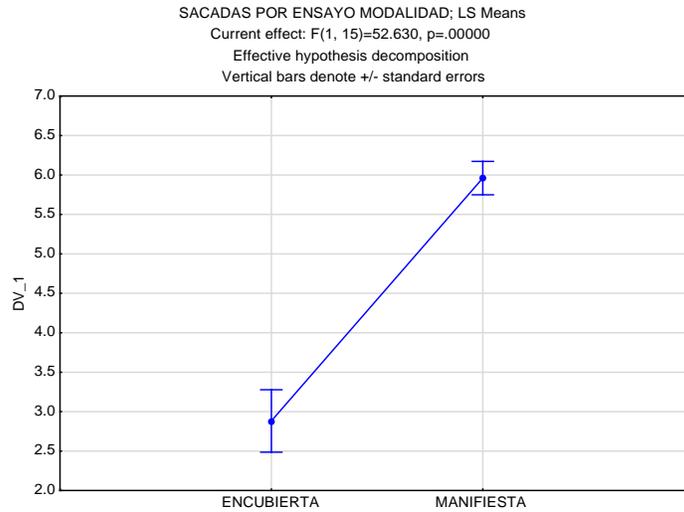
#### 3.1.- Fijaciones por Ensayo

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>FIJACIONES POR ENSAYO</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 1.283978					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept		1	884.4167	536.4653	0.000000
Error	24.7290	15	1.6486		
MODALIDAD	77.6570	1	77.6570	59.9875	0.000001
Error	19.4183	15	1.2946		



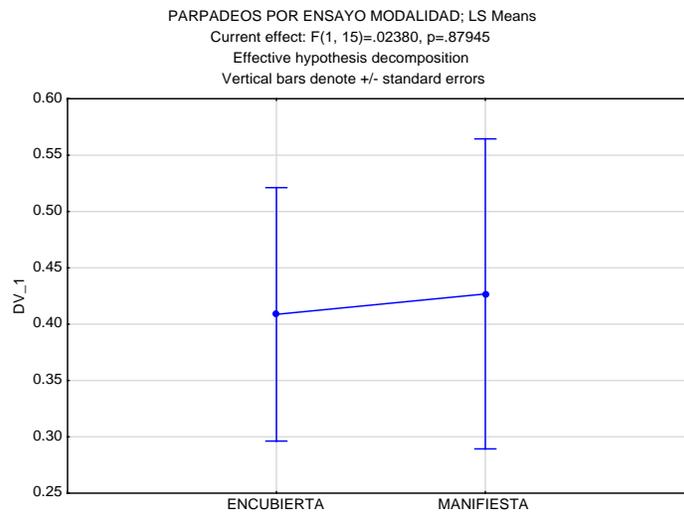
#### 3.2.- Sácadas por Ensayo

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>SÁCADAS POR ENSAYO</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 1.334363					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	625.6069	1	625.6069	351.3609	0.000000
Error	26.7079	15	1.7805		
MODALIDAD	75.7988	1	75.7988	52.6305	0.000003
Error	21.6031	15	1.4402		



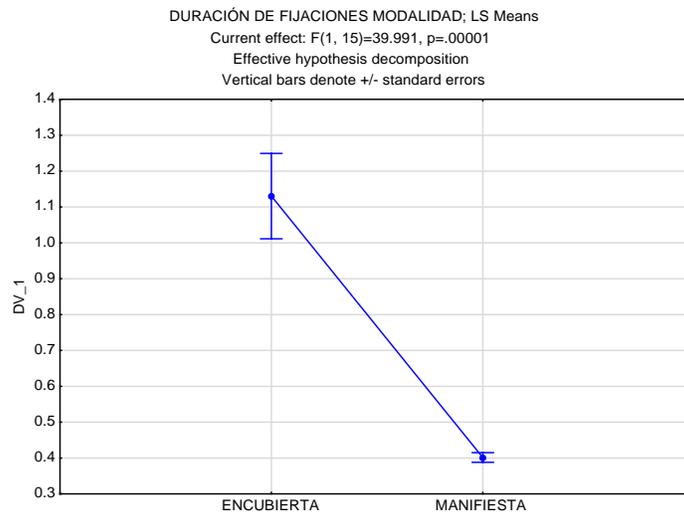
### 3.3.- Parpadeos por Ensayo

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>PARPADEOS POR ENSAYO</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .6280391					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	5.586153	1	5.586153	14.16248	0.001879
Error	5.916497	15	0.394433		
MODALIDAD	0.002628	1	0.002628	0.02380	0.879446
Error	1.656222	15	0.110415		



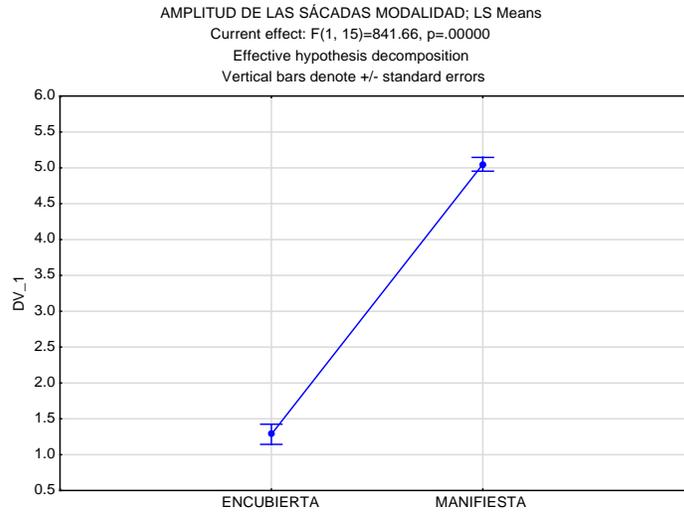
### 3.4.- Duración de Fijaciones

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>DURACIÓN DE FIJACIONES</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .3507448					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	18.77619	1	18.77619	152.6248	0.000000
Error	1.84533	15	0.12302		
MODALIDAD	4.25007	1	4.25007	39.9911	0.000014
Error	1.59413	15	0.10628		



### 3.5.- Amplitud de Sácadas

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>AMPLITUD DE SÁCADAS</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: .5747861					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	320.9311	1	320.9311	971.4024	0.000000
Error	4.9557	15	0.3304		
MODALIDAD	113.3265	1	113.3265	841.6637	0.000000
Error	2.0197	15	0.1346		



### 3.6.- Diámetro Pupilar

Repeated Measures Analysis of Variance ( <b>DIAMETRO PUPILAR</b> )					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition; Std. Error of Estimate: 2419.529					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2.516378E+09	1	2.516378E+09	429.8470	0.000000
Error	8.781187E+07	15	5.854125E+06		
MODALIDAD	2.021224E+05	1	2.021224E+05	0.3843	0.544637
Error	7.890148E+06	15	5.260099E+05		

