



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y
SOCIALES

**Regulación de la Precisión en la Orientación según el estilo
de Apego: una aproximación teórica y experimental desde el
marco del Procesamiento Predictivo**

Autora: Luna Macías Salgado

Director: Ignacio Echevoyen Blanco

Madrid

2025/2026

Quería tomar uno de los tantos libros de la estantería de mi padre para escribir esta dedicatoria. Finalmente, he escogido uno de mi propia colección para demostrar que, desde un paradigma muy remoto al de la mecánica vectorial y la geometría analítica: tenías razón.

“Confieso que es fácil ir recogiendo arenas y piedras, llenar los bolsillos y el gabinete y darse con eso aires de naturalista; pero quienes se entregan y limitan a esta clase de colecciones son por lo general ricos ignorantes que no buscan en ello otro placer que el de la ostentación. Para aprovechar en el estudio de los minerales hay que ser químico y físico; hay que hacer experiencias penosas y costosas, trabajar en los laboratorios, gastar mucho dinero y tiempo entre el carbón (...). De todo este triste y fatigoso trabajo resulta por lo común mucho menos saber que orgullo, y el más mediocre de los químicos siempre cree haber penetrado todas las grandes operaciones de la naturaleza por haber encontrado, por azar quizás, algunas insignificantes combinaciones del arte.”

Las ensoñaciones del paseante solitario

Jean-Jacques Rousseau

RESUMEN

El paradigma del Procesamiento Predictivo concibe el cerebro como un sistema de inferencia jerárquica que ajusta dinámicamente el peso de señales sensoriales y de las expectativas internas para reducir la incertidumbre. Las experiencias tempranas de apego calibrarían este sistema, generando políticas estables de exploración y explotación que influyen en la asignación de precisión sobre los inputs externos y los modelos internos. La orientación atencional, reflejada en la dinámica sacádica encubierta, se interpreta como una acción epistémica orientada a obtener información. Con el fin de delinear un marco conceptual íntegro, el presente estudio tiene como objetivo tender puentes teóricos entre este modelo y la Teoría del Apego, entendiendo los estilos de apego como distintas estrategias de regulación de la precisión en la reducción del error de predicción. Para poner a prueba la hipótesis de que los distintos tipos de apego se reflejan en distintas estrategias de exploración epistémica se empleó el experimento clásico de Posner con manipulación intrasujeto de Alerta (con o sin señal auditiva) y Orientación (válido, inválido, neutro), incluyendo intervalos para medir el efecto de Inhibición de Retorno (IOR). A nivel conductual, se registraron los tiempos de reacción. Paralelamente, se rastreó mediante eyetracker los movimientos sacádicos para medir la reactividad de la pupila. Se hipotetiza que el apego seguro mostrará facilitación eficiente, flexibilidad ante violaciones de expectativa e IOR robusta; el apego evitativo, menor facilitación y mayor inhibición de retorno; y apego el ansioso, facilitación exagerada, menores tiempos en ensayos inválidos y reducción o retraso de la IOR, reflejando hipervigilancia. En conjunto, los resultados muestran que tanto los tiempos de reacción como la dilatación pupilar están modulados por la validez del ensayo, la señal de alerta y la IOR. Sin embargo, únicamente los tiempos de reacción muestran interacciones significativas, especialmente entre validez e IOR, indicando una modulación específica de los procesos atencionales espaciales.

La dilatación pupilar, por su parte, refleja efectos generales de activación, pero no presenta modulaciones interactivas entre las variables experimentales. Finalmente, el tipo de apego no influye significativamente en ninguna de las medidas analizadas.

Palabras clave: Atención, Apego, Procesamiento Predictivo.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
| Procesamiento Predictivo..... | 6 |
| Teoría del Apego | 8 |
| Redes atencionales | 13 |
| 2. MÉTODO | 19 |
| Participantes | 19 |
| Materiales..... | 19 |
| Procedimiento | 20 |
| Diseño | 22 |
| 3. RESULTADOS | 22 |
| 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES..... | 25 |
| 5. REFERENCIAS..... | 28 |
| 6. APÉNDICE..... | 34 |
| Anexo A | 34 |
| Anexo B | 37 |
| Anexo C | 44 |

1. INTRODUCCIÓN

Procesamiento Predictivo

El paradigma del Procesamiento Predictivo postula que el cerebro opera como un sistema de inferencia jerárquica, cuya función principal consiste en anticipar las causas de la información sensorial y comparar continuamente estas predicciones con los datos recibidos del entorno. Este marco teórico tiene su origen en la propuesta del *Predictive Coding* (Rao & Ballard, 1999), inicialmente formulada para explicar cómo los circuitos neurales, especialmente en el sistema visual, implementan cálculos predictivos sobre la información perceptiva. El Procesamiento Predictivo generaliza posteriormente estos principios al conjunto de la cognición. Este modelo permite al organismo adaptarse al entorno a través de la Inferencia Activa (Clark, 2023), una vía de procesamiento deductivo que mide cuánto difieren las entradas sensoriales respecto a su propia representación interna del mundo e impone esta representación buscando maximizar la evidencia de su propio modelo generativo, un proceso denominado autoevidenciación o *self-evidencing* (Howhy, 2013). La Inferencia Activa manifiesta claramente el principio de Energía Libre, la idea de que todas las facetas de la cognición y el comportamiento en los organismos siguen el imperativo de minimizar la sorpresa y mantener la homeostasis, permitiéndoles mantener su integridad y adaptarse al entorno (Joffily & Coricelli, 2013). Dado que la sorpresa bayesiana no es directamente computable, el sistema minimiza en su lugar una cantidad manejable, la energía libre, que constituye un límite inferior de dicha sorpresa y se obtiene mediante métodos de inferencia variacional.

Las discrepancias generadas entre las expectativas del sistema y la información entrante real durante el proceso de inferencia son el denominado Error de Predicción. Este concepto constituye la unidad métrica fundamental a través de la cual el cerebro, entendido como un órgano

estadístico, intenta inferir las causas ocultas del mundo (Parr & Friston, 2017). Para lograr la minimización del error de predicción de manera óptima y recuperar el equilibrio, el sistema nervioso no sólo debe inferir los estados ocultos del mundo, sino también la incertidumbre asociada a sus propias inferencias (Varela, 2021), lo que equivale a decir que no todos los errores de predicción reciben el mismo peso en la actualización de las creencias. Esta evaluación de la fiabilidad de las señales se codifica mediante el fenómeno de precisión (Yon & Frith, 2021). Para Parr y Friston (2017), la precisión se equipara conceptualmente con la atención. Desde un punto de vista formal, la precisión se define como el inverso de la varianza, de modo que aquellas señales o errores con mayor precisión son aquellos asociados a una menor varianza, es decir, a un menor nivel de ruido o incertidumbre.

La precisión es el componente crucial en la calibración, ya que funciona como un control de ganancia que pondera la influencia de los mensajes sinápticos (Varela, 2021). La ponderación de la precisión es el mecanismo que determina si la entrada sensorial (evidencia *bottom-up* o *inputs*) o las expectativas internas (predicciones *top-down* o *priors*) dominarán la actualización de las creencias (Feldman & Friston, 2010). Si la precisión esperada es alta, el error de predicción se considera fiable y recibe una amplificación postsináptica (ganancia positiva) para actualizar las creencias en niveles jerárquicos superiores. Si la precisión esperada es baja, el error de predicción se atenúa para evitar que información ruidosa o poco fiable perturbe el modelo interno, en este caso, el modelo se mantiene estable y las expectativas previas retienen su prominencia (Yon & Frith, 2021; Yon et al., 2019).

El equilibrio entre mantener la estabilidad del modelo (anteponiendo las predicciones) y modificarlo (priorizando la evidencia sensorial) es una negociación constante determinada por la precisión. Se teoriza que la distribución de la precisión o *precision-weighting* depende de la calidad

sensorial del entorno. En contextos estables, donde las regularidades son consistentes y predecibles, el sistema asigna mayor precisión a las expectativas previas, confiando en su modelo interno. En contraste, en entornos volátiles o inciertos, caracterizados por cambios frecuentes, el cerebro redistribuye la precisión hacia las señales sensoriales, incrementando su sensibilidad a la nueva evidencia con el fin de actualizar con mayor rapidez sus inferencias (Yon & Frith, 2021).

La dinámica del Procesamiento Predictivo refleja un equilibrio bayesiano flexible (Parr & Friston, 2017) en el que la precisión se ajusta de forma contextual para optimizar la inferencia sobre el estado del mundo. Una distribución adaptable de la precisión promueve un aprendizaje eficiente y una mejor capacidad para reducir la sorpresa ante cambios ambientales. En cambio, una distribución rígida, marcada por una confianza excesiva en las predicciones previas, puede obstaculizar la actualización del modelo interno y dar lugar a interpretaciones sesgadas o resistentes al cambio (Van de Cruys & Van Dessel, 2021).

Teoría del Apego

La Teoría del Apego se vincula con el Procesamiento Predictivo al proponer que las interacciones tempranas entre padres e hijos calibran la maquinaria predictiva de la mente del niño al generar expectativas y normas de precisión, sentando las bases para su funcionamiento socioemocional (Pitillas & Echevoyen, 2024). Siguiendo esta premisa, los tipos de apego, seguro e inseguro, se distinguen según la proporción y la flexibilidad con la que el individuo selecciona distintas políticas, entendidas como cursos de acción o secuencias de comportamientos posibles que el sistema puede desplegar para interactuar con el entorno. En el marco de la inferencia activa, la selección de políticas se guía por la energía libre esperada, esto es, una estimación prospectiva (a futuro) de la energía libre asociada a cada política, que permite anticipar las consecuencias de la acción antes de ejecutarla. De este modo, el organismo favorece aquellas políticas que

minimizan dicha energía libre esperada, equilibrando estrategias de exploración (búsqueda de nueva información) y explotación (uso de regularidades ya aprendidas) (Parr et al., 2022).

Desde una perspectiva fenomenológica, se sostiene que el ímpetu por reducir la energía libre subyace a dimensiones centrales de la experiencia humana de autoeficacia y del sentido de agencia (Kiverstein et al., 2019; Miller, Kiverstein, et al., 2022). Se entiende que el error de predicción es una magnitud prospectiva mediante la cual el organismo anticipa cómo sus acciones modificarán el estado del mundo (Friston, 2010). Para ello, el sistema asigna distintos grados de precisión a las políticas disponibles de minimización del error, evaluándolas tanto por su valor epistémico (exploración) como por su valor pragmático (explotación) (Parr et al., 2022). De este modo, el sentido de agencia emerge de la acumulación de experiencias en las que el individuo constata que sus acciones producen efectos predecibles y reguladores de la incertidumbre (Kiverstein et al., 2019). Durante las primeras etapas de desarrollo, esta dinámica se consolida cuando el cuidador responde de manera contingente y adecuada a las señales del niño, permitiéndole aprender que sus conductas sociales reducen la energía libre o el malestar (Fonagy et al., 2007; Pitillas & Echevoyen, 2024). Esta retroalimentación favorece la formación de una creencia interna en la propia capacidad para gestionar la novedad y la volatilidad del entorno (Pitillas & Echevoyen, 2024). El denominado enganche predictivo o *predictive grip* alude a la vivencia subjetiva de estar adaptado y ejercer control sobre el medio físico y social, resultado de un sistema que monitoriza continuamente su éxito en la reducción del error de predicción. En este proceso, las emociones funcionan como indicadores dinámicos de dicho ajuste, señalando, según su valencia, la eficacia o el fracaso en la regulación de la incertidumbre (Joffily & Coricelli, 2013; Kiverstein et al., 2019; Miller, Kiverstein, et al., 2022).

La estrategia de Exploración o Acción Epistémica, también descrita por Parr y Friston como forrajeo epistémico, implica la obtención de nueva información y actúa actualizando o modificando el modelo interno de creencias (2017). Este sistema orienta los receptores sensoriales (por ejemplo, los movimientos sacádicos) para asegurar que las sensaciones generen una ganancia de información que se impone sobre las representaciones internas (Doya, 2008). La estrategia de Explotación o Acción Pragmática implica la implementación de cualquier acción o hábito que haya demostrado ser útil en el pasado para reducir la incertidumbre actuando directamente sobre el entorno. Su valor pragmático radica en que el sistema tiende a seleccionar acciones cuyas consecuencias previstas se ajustan a las predicciones internas del individuo (Miller, Kiverstein, et al., 2022).

Las experiencias tempranas de apego proporcionan el contexto principal para que el niño adquiera un repertorio de políticas epistémicas y pragmáticas para la minimización del error de predicción, buscando un equilibrio flexible entre ellas (Pitillas & Echevoyen, 2024). La seguridad en el apego está asociada con un equilibrio sano entre ambas políticas, mientras que la inseguridad se correlaciona con un sesgo hacia la exploración o explotación rígida (Miller, Kiverstein, et al., 2022).

El apego seguro se desarrolla en contextos de baja volatilidad, caracterizados por respuestas parentales sensibles y contingentes que permiten al niño consolidar expectativas robustas y precisas acerca de sí mismo y del entorno social, de este modo, aprende que el mundo es predecible y que sus señales generan efectos estables y coherentes (Bowlby, 1982; Pitillas & Echevoyen, 2024). En contraste, el apego inseguro suele emerger en entornos de alta volatilidad o ante respuestas inconsistentes, lo que dificulta la formación de *priors* sociales sólidos y favorece la

adopción de creencias de alto nivel más rígidas, que terminan sesgando la interpretación de señales de seguridad en niveles inferiores del procesamiento (Herzog et al., 2022; Wachtel, 2014).

Los individuos con apego evitativo tienden a recurrir a un uso excesivo de hábitos para reducir el error de predicción cuando se activa su sistema de apego (por ejemplo, ante una separación). En lugar de utilizar la exploración epistémica (como preguntar cuándo regresará la figura de apego), estos niños recurren a acciones que han demostrado ser efectivas para minimizar la incertidumbre a corto plazo (Parr & Friston, 2017; Pitillas & Echevoyen, 2024). Este exceso de explotación reduce el error de predicción a corto plazo, pero conduce a la acumulación de error de predicción a largo plazo en niveles más altos de la jerarquía predictiva, resultando en patrones rígidos o desadaptativos (Miller, Kiverstein, et al., 2022; Pitillas & Echevoyen, 2024). Por otra parte, aunque el apego ansioso se describe principalmente en términos de ponderación de precisión desequilibrada, asignado precisión excesiva a las señales de angustia interoceptiva, sus estrategias de regulación emocional, como la hiperactivación y la intensificación de la angustia, también reflejan un intento por reducir el error de predicción. Al igual que la evitación, estas estrategias pueden reducir la energía libre en los niveles jerárquicos inferiores, pero permiten que el error se acumule en niveles más altos a través del tiempo (Eilert & Buchheim, 2023; Mikulincer & Shaver, 2016).

El apego inseguro se entiende como un fenómeno articulado a través de múltiples niveles de la jerarquía predictiva (Miller, Kiverstein, et al., 2022). Los Modelos Internos de Trabajo (MIT) del apego funcionan como restricciones supraordinadas de alto nivel (*high-level priors*) que modulan dinámicamente cómo las señales emocionales y perceptuales se filtran e interpretan en niveles inferiores (procesamiento *top-down*) (Wachtel, 2014). Los *priors* inseguros de alto nivel (póngase de ejemplo, "los demás no son confiables") pueden sesgar la percepción en niveles

inferiores, filtrando activamente las señales de seguridad, lo que a su vez refuerza los *priors* inseguros en un ciclo repetitivo. La inseguridad puede reflejar una falta de integración de las predicciones en diferentes niveles, por ejemplo, *priors* pseudo-seguros a niveles inferiores ("soy amable") coexistiendo con *priors* inseguros de nivel superior ("no merezco cuidado") (Watchel, 2014; Pitillas & Echeoyen, 2024).

Los estudios empíricos sobre el procesamiento afectivo en individuos con apego inseguro revelan discrepancias psicobiológicas que conjugan con la hipótesis de desequilibrio en la ponderación de la precisión (Eilert & Buchheim, 2023; Mikulincer & Shaver, 2019). En primer lugar, la exposición a estímulos socialmente amenazantes, como rostros que indican rechazo, provoca respuestas fisiológicas elevadas en individuos con apego tanto ansioso como evitativo. Estas respuestas incluyen la reactividad electrodérmica, el automatismo salival y la activación de la amígdala (Mikulincer & Shaver, 2016b). Los individuos con apego evitativo a menudo muestran un desacoplamiento entre las respuestas fisiológicas y las respuestas conscientes. Es decir, presentan una alta reactividad automática (ej. activación de la amígdala) junto con una baja conciencia declarativa (reportan menos intensidad emocional) (Mikulincer & Shaver, 2016a). Desde la perspectiva del PP, esto se explica como una tendencia a infraponderar el EP interoceptivo en los niveles cognitivos superiores de la jerarquía predictiva. Esta supresión del impacto de las señales ascendentes (*bottom-up*) sobre la evaluación consciente daría lugar al desacoplamiento medible entre la reactividad fisiológica y el informe emocional explícito (Pitillas & Echeoyen, 2024). Además, se esperaría que los individuos evitativos muestren una precisión interoceptiva reducida, lo que refleja una disminución del peso otorgado a las señales interoceptivas de error de predicción. Por el contrario, los individuos con apego ansioso tienden a asignar una precisión excesiva a las señales de angustia interoceptiva. Esto se teoriza como una

sobreponderación del error de predicción interoceptivo en los niveles de procesamiento intermedios, lo que lleva a una vigilancia intensificada ante posibles amenazas y a una hiperactivación persistente (Eilert & Buchheim, 2023; Mikulincer & Shaver, 2016).

Redes atencionales

Desde una perspectiva teórica, Posner et al. (1984) conciben la atención como un sistema funcional complejo que posibilita la selección, orientación y mantenimiento de la actividad mental sobre estímulos relevantes, trazando así la base fisiológica de estos procesos. La atención actúa mediante un principio general de amplificación neuronal, incrementando la actividad en las áreas corticales relevantes para la tarea y suprimiendo la información irrelevante. De esta manera, la atención no es un proceso global, sino un sistema de control que regula la actividad cerebral según las demandas cognitivas y perceptivas (Posner, 1994). Los resultados obtenidos en diversos estudios experimentales nos permiten identificar tres tipos de redes atencionales diferenciadas en su función y estructura (Posner, 1994; Posner & Dehaene 1994; Posner & Petersen, 1990).

En primer lugar, la denominada Red de Orientación o Sistema de Atención Posterior tiene como función principal favorecer la detección de estímulos que resultan potencialmente relevantes, ya sea por presentar características distintivas, por su novedad o por surgir de forma repentina dentro del campo visual (Ruz y Lupiáñez, 2002). El diseño experimental más empleado para investigar este proceso se basa en la aparición repentina de una señal (*cue*) en alguna de las posibles localizaciones donde posteriormente puede presentarse el estímulo objetivo (*target*), antes de que este último aparezca (Hayward, 2013). Los resultados han mostrado que las respuestas son más rápidas y precisas cuando la señal indicadora y el estímulo objetivo coinciden espacialmente (ensayos válidos), en comparación con aquellas situaciones en las que ambos aparecen en localizaciones diferentes (ensayos inválidos). Este fenómeno de facilitación sugiere que la

orientación previa de la atención hacia el lugar donde aparecerá el estímulo objetivo optimiza tanto su percepción como la velocidad de procesamiento (Posner, 1980; Posner & Cohen, 1984).

La Red Atencional de Vigilancia o de Alerta es la responsable de sostener un estado general de preparación o activación fisiológica (arousal), imprescindible para la detección rápida de estímulos relevantes. Si bien algunas investigaciones han subrayado el papel de la alerta tónica o mantenida en tareas de vigilancia prolongada (Klein, 2000; Milliken et al., 2003), también se reconoce a esta red una función de alerta fásica o transitoria, desencadenada por la aparición de señales de aviso que anticipan la llegada inmediata de un estímulo durante un periodo preparatorio o *foreperiod* (Posner, 1994; Hayward, 2013). Habitualmente se observa que, aunque estas señales inespecíficas no proporcionan información sobre la localización ni la identidad del estímulo objetivo, las respuestas suelen ser más rápidas cuando van precedidas de una señal de alerta que cuando no existe dicha señal. No obstante, este incremento en la velocidad de respuesta suele ir acompañado de una reducción en la precisión, reflejada en un mayor número de errores y respuestas anticipadas. Este compromiso entre velocidad y precisión constituye un hallazgo consistente en estudios que emplean señales de alerta de este tipo (Posner, Klein, Summers & Buggie, 1973), y sugiere que dichas señales facilitan una respuesta más rápida sin incrementar la eficiencia del procesamiento del estímulo (Posner, 1978).

Por último, la Red Atencional Anterior se encarga del control voluntario del procesamiento en situaciones que requieren planificación, elaboración de estrategias, resolución de conflicto estimular o de respuesta, así como la generación de respuestas novedosas (Posner & Dehaene, 1994). Estas funciones ejecutivas se han estudiado ampliamente mediante tareas que implican conflicto estimular o de respuesta, como la tarea de Stroop (Stroop, 1935) y la tarea de flancos (Eriksen & Eriksen, 1974). En dichos paradigmas se compara el rendimiento entre condiciones

compatibles, en las que la información relevante y la distractora coinciden o evocan respuestas congruentes, y condiciones incompatibles, donde la dimensión distractora induce una respuesta conflictiva. De forma consistente, los participantes muestran mayor rapidez y precisión en los ensayos compatibles, lo que indica que en los incompatibles se activan procesos adicionales de control para resolver el conflicto (Posner, 1994).

En suma, la atención opera mediante mecanismos dinámicos de supresión y amplificación, distribuida en una red neuronal jerarquizada, donde el control consciente depende de la interacción entre regiones frontales (control ejecutivo) y parietales (orientación espacial), funcionales gracias a las redes cortico-tálamicas altamente integradas (Posner, 1994; Posner & Dehaene, 1994).

El Paradigma de Señalización de Posner o *Posner Cuing Task* es el diseño experimental clásico y más utilizado para provocar, medir y caracterizar teóricamente la atención (Hayward & Ristic, 2013), permitiendo estudiar de manera independiente las tres redes de atención y la interacción entre ellas. El objetivo principal de la tarea es medir cómo el Tiempo de Reacción (TR) se ve afectado cuando un estímulo objetivo (*target*) aparece en una ubicación que ha sido señalizada previamente por una señal (*cue*). En el paradigma básico, los sujetos mantienen la fijación en un punto central. El campo visual central es flanqueado típicamente por dos cuadros periféricos a la izquierda y a la derecha del punto de fijación. Los ensayos consisten en el parpadeo de uno de los cuadros (*cue*) que indica la dirección del estímulo al que los participantes deben responder, o la ausencia de este parpadeo para generar ensayos neutros. Posteriormente, se presenta de forma aleatoria una flecha (*target*) en uno de los cuadros de la pantalla, siguiendo o no la indicación de la señal previa, lo que determina ensayo válido o inválido respectivamente (Posner & Cohen, 1984).

Los datos generados por este paradigma mostraron consistentemente un patrón bifásico en el tiempo de reacción, lo que supone una facilitación temprana seguida de una inhibición tardía (Gutiérrez, 2015). Cuando el *target* aparece en la ubicación señalada tras un intervalo breve, los sujetos demuestran menores tiempos de reacción en los ensayos válidos (*cued side*) en comparación con los neutros (*uncued side*), además de un nivel de congruencia o de aciertos mayor en los ensayos válidos que en los inválidos (Posner & Ristic, 2013).

Del mismo modo, si el intervalo entre el *cue* y el *target* es más largo (superior a 250ms), la ventaja inicial se revierte, y el tiempo de reacción en el lado previamente señalado se enlentece en comparación con el lado no señalado (Gutiérrez, 2015). Posner acuñó este fenómeno como Inhibición de Retorno (IOR) (1984). Su función es dificultar que la atención regrese a una localización que ya ha sido previamente explorada, maximizando el muestreo del entorno visual y favoreciendo así la orientación hacia la novedad (Posner & Cohen, 1984). Respecto a su mapeo espacial, si se permite el movimiento ocular, el efecto inhibitorio persiste en las coordenadas ambientales, esto es la posición física donde ocurrió el cambio de luz, no siguiendo las coordenadas retinotópicas (Posner & Cohen, 1984). Ello implica que la IOR permanece en la ubicación física que fue previamente estimulada (Gutiérrez, 2015).

Con el fin de encontrar un marco teórico integrador, en este estudio se propone que las estrategias directivas de los distintos estilos de apego puedan ser comprendidas como manifestaciones específicas de la regulación de la precisión dentro del marco del Procesamiento Predictivo. En este contexto, la actividad sacádica constituye una acción epistémica fundamental, mediante la cual el organismo orienta activamente sus receptores sensoriales hacia localizaciones informativas del entorno con el objetivo de reducir la incertidumbre y optimizar la inferencia perceptiva (Doya, 2008; Parr & Friston, 2017). En paradigmas como el Posner Cueing Task, la

orientación atencional inducida por el cue puede entenderse como la preparación (tanto explícita como implícita) de una política sacádica y de dilatación ocular, incluso cuando se instruye a los participantes a mantener la fijación central. Numerosos estudios han mostrado que la atención encubierta y la programación sacádica comparten mecanismos funcionales y neuroanatómicos (Klein, 2000; Milliken et al., 2003), de modo que la facilitación atencional refleja supone en parte una preparación o inhibición de movimientos oculares hacia determinadas localizaciones espaciales, así como de reactividad pupilar. De este modo, los patrones oculares observados en el *Posner Task* pueden interpretarse como indicadores indirectos de la dinámica sacádica subyacente, modulada por la regulación de la precisión.

Se hipotetiza que las diferencias entre estilos de apego en los tiempos de reacción reflejarán políticas diferenciadas de acción epistémica, entendidas como patrones estables de preparación y supresión sacádica y pupilar encubierta orientados a minimizar el error de predicción bajo distintos supuestos sobre la fiabilidad del entorno. A nivel específico, los individuos con apego seguro mostrarán a nivel conductual menores tiempos de reacción en los ensayos válidos en comparación con los ensayos neutros e inválidos, lo que indicará una facilitación atencional eficiente asociada a una adecuada preparación sacádica encubierta hacia la localización señalizada. Asimismo, en este grupo, se predice que los tiempos de reacción en los ensayos inválidos serán moderados y transitorios en comparación con los apegos inseguros, reflejando una redistribución flexible de la precisión hacia la señal sensorial cuando se produzca una violación de la expectativa espacial. En último término, presentarán un efecto robusto de inhibición de retorno, consistente con una supresión adaptativa de la reorientación sacádica fuera de las localizaciones previamente atendidas y una optimización del muestreo del entorno. Se predice que la señal de alerta elicitará un tiempo de respuesta moderadamente menor.

Relativo al apego evitativo, se prevé que los individuos mostrarán una facilitación reducida en los ensayos válidos en comparación con el apego seguro, que se traduce en tiempos de reacción mayores, lo que reflejará una menor asignación de precisión a las señales espaciales externas y una preparación sacádica encubierta atenuada. En la misma línea, la diferencia entre ensayos válidos y neutros será menor que en el apego seguro, indicando una orientación atencional menos sensible a la información proporcionada por el *cue*. Los sujetos, presentarán una inhibición de retorno temprana o incrementada, interpretada como una estrategia de supresión rápida de la reorientación sacádica hacia localizaciones previamente señalizadas, coherente con una política de explotación basada en hábitos.

Los individuos con apego ansioso mostrarán una facilitación atencional exagerada en los ensayos válidos, expresado en tiempos de reacción menores en comparación con el grupo con apego seguro, sugiriendo una sobreponderación de la precisión asignada a las señales espaciales y una preparación sacádica encubierta intensificada. A su vez, la diferencia en tiempos de reacción y precisión entre ensayos válidos e inválidos serán significativamente mayores que en los otros estilos, debido a una fuerte dependencia de la señal predictiva y a un incremento del error de predicción cuando esta resulte inválida. Finalmente, presentarán una reducción o retraso del efecto de inhibición de retorno, lo que reflejará una dificultad para inhibir la reorientación sacádica hacia localizaciones previamente atendidas y una persistencia de estados de hipervigilancia.

Se predice que la señal de alerta evocará tiempos de reacción moderadamente menores en los apegos seguro y evitativo, salvo en el apego ansioso, que puede resultar en tiempos de reacción iguales o incluso mayores dado un efecto contraproducente de un arousal sobrepasado.

2. MÉTODO

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 31 personas. Todos los participantes contaban con una visión normal o corregida en el momento del experimento.

Materiales

Previamente a la fase experimental, se distribuyó entre los participantes el Cuestionario de Experiencias en Relaciones Cercanas o ECR-RS (Fraley et al., 2011), un autoinforme de 36 ítems de respuesta tipo Likert, que pretende medir la estructura dimensional del apego (ansiedad y evitación) hacia distintos dominios relacionales (madre, padre, amistades y pareja) (consultar Anexo A). Se calcularon puntuaciones globales de ansiedad y evitación promediando las dimensiones correspondientes. En los estudios originales y validaciones del ECR-RS se han reportado adecuados índices de consistencia interna, con coeficientes alfa de Cronbach que oscilan entre .72 y .83 para la dimensión de ansiedad y entre .78 y .89 para evitación, mientras que la clasificación categorial a partir de puntuaciones continuas se realiza mediante puntos de corte basados en percentiles (percentil ≥ 67), considerándose puntuaciones medias iguales o superiores a 4.4 en ansiedad y 2.5 en evitación como indicativas de niveles altos en cada dimensión. Posteriormente, se clasificó los participantes en estilos de apego siguiendo el modelo bidimensional propuesto por Brennan et al. (1998).

Para la ejecución del *Posner Task* los estímulos fueron presentados en un monitor de 15.6 pulgadas, colocado a aproximadamente 60 cm de distancia del rostro del participante. Se registró la actividad ocular mediante el eye-tracker Tobii Pro Fusion, con una frecuencia de muestreo de 120Hz. Para asegurar la fiabilidad de las medidas, se asignó un margen variabilidad de calibrado

de 1° y se monitorearon los parpadeos para evitar sesgar los resultados. Para programar el experimento, gestionar la calibración del eye-tracker y la aparición de los estímulos y recoger las respuestas, se utilizó el software PsychoPy (Peirce et al., 2023). El estímulo a discriminar (*target*) consistía en una flecha blanca que apuntaba hacia la izquierda o hacia la derecha, con un tamaño de 10 mm de alto y 11 mm de largo. Esta flecha se mostraba centrada dentro de uno de los dos cuadros ubicados simétricamente a cada lado de la pantalla, a una distancia de 25 mm desde el punto de fijación hasta el borde interno del cuadro correspondiente. Los cuadros eran de color gris oscuro sobre un fondo negro y medían 22 mm de alto por 35 mm de ancho. La señal de alerta consistía en un tono auditivo de 500 Hz de frecuencia y 250 ms de duración. Por su parte, la señal de orientación (*cue*) correspondía al parpadeo de uno de los cuadros, que se volvía blanco durante 50 ms antes de recuperar su color gris original.

Procedimiento

Cada ensayo seguía una secuencia de eventos comenzando con la aparición del punto de fijación y los dos cuadros laterales, elementos que permanecían en pantalla durante todo el ensayo, desapareciendo únicamente al concluir cada bloque. Después de un intervalo aleatorio entre 750 y 1500 ms, se emitía un tono de alerta con una duración de 250 ms. Transcurridos 150 ms desde el fin de este tono, uno de los cuadros parpadeaba durante de 50 ms, señalando una ubicación específica (izquierda o derecha). En los ensayos sin señal espacial, durante ese mismo intervalo no se producía ningún cambio visual, manteniéndose únicamente el punto de fijación y los cuadros sin alteración. Posteriormente, 150 ms después del parpadeo (o del intervalo correspondiente en los ensayos sin señal), se presentaba el estímulo objetivo: una flecha blanca que aparecía dentro de uno de los cuadros durante 200 ms. Al finalizar este tiempo, todos los elementos desaparecían

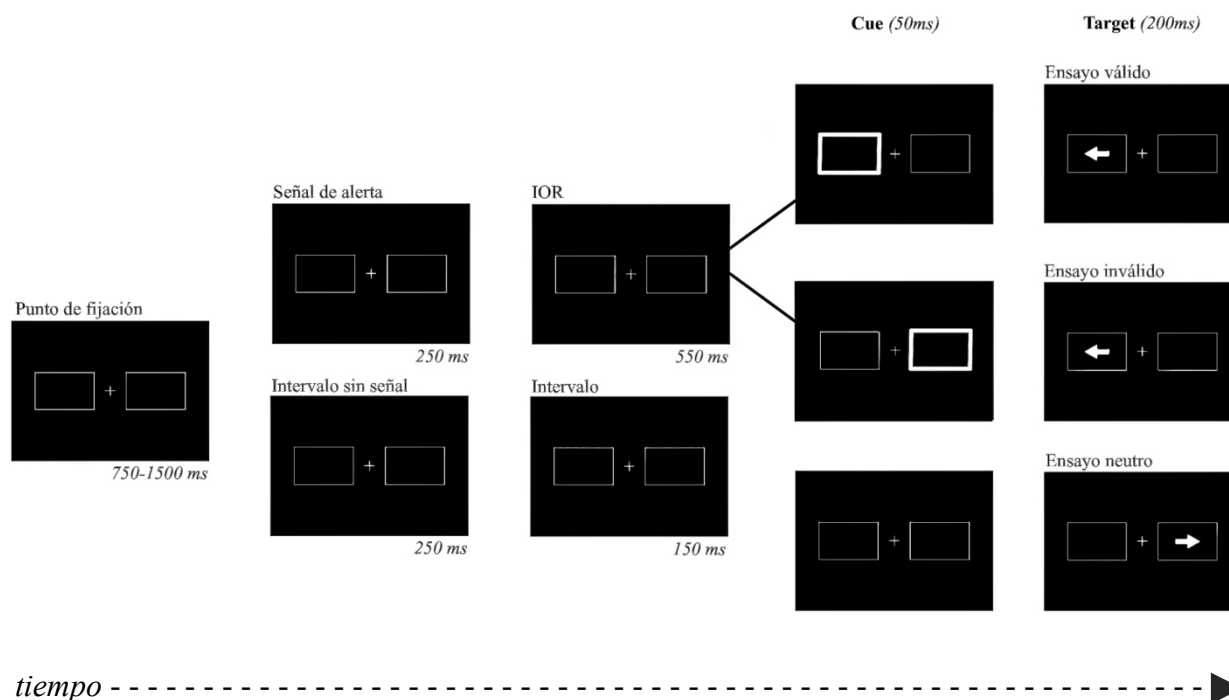
y la pantalla quedaba completamente negra durante 1.000 ms antes de iniciar un nuevo bloque. Se ilustra la secuencia de eventos en Figura 1.

La tarea del participante consistía en identificar la posición de la flecha y responder lo más rápidamente posible mediante una tecla: presionando la tecla “Z” con el dedo índice de la mano izquierda si la flecha apuntaba a la izquierda, o la tecla “M” con el índice derecho si lo hacía hacia la derecha. La duración total del experimento era de aproximadamente 20 minutos.

Antes del comienzo, se instruía a los participantes sobre la tarea: debían focalizar la mirada en el punto de fijación, procurando no desplazar la mirada, y responder de acuerdo a la posición de la flecha con la tecla asignada.

Figura 1

Secuencia de eventos presentados en todas las condiciones.



Diseño

El diseño del experimento incluía dos variables independientes: Alerta y Orientación. La variable Alerta tenía dos condiciones: presencia o ausencia de la señal auditiva previa. La variable Orientación presentaba tres niveles: ensayos válidos (el estímulo aparecía en la ubicación indicada por la señal), inválidos (aparecía en el lado opuesto al indicado) y neutros (sin señal espacial previa). Finalmente, la IOR se mide comparando los tiempos de reacción entre ensayos válidos e inválidos en ensayos cuyo intervalo entre el cue y el target es de 500ms.

Todas las combinaciones posibles de estas variables se presentaban dentro de cada bloque experimental, con igual frecuencia y de manera aleatoria. El experimento consta de 16 bloques experimentales. Cada bloque contenía 24 ensayos, que incluyen dos ensayos por cada condición resultante de todas las combinaciones de niveles de las variables independientes. En total, cada participante completaba 384 ensayos, equivalentes a 32 repeticiones por condición.

A nivel conductual, se analizaron los tiempos de reacción de los participantes para indicar con las teclas la posición de la flecha en los distintos tipos de ensayos. La variable dependiente que se extrajo de la actividad ocular fue la dilatación pupilar.

3. RESULTADOS

Para el análisis de los datos se emplearon modelos lineales mixtos implementados en el software Jamovi (The jamovi project, 2024), utilizando el módulo GAMLj (Gallucci, 2019) y el entorno estadístico R (R Core Team, 2024) con el objetivo de analizar a nivel intrasujeto las variables dependientes de tiempo de reacción y la dilatación pupilar. En ambos modelos se incluyeron como efectos fijos la validez del estímulo (válida, inválida, neutra), la presencia de señal de alerta, la condición de inhibición de retorno y el estilo de apego, así como sus

correspondientes interacciones. El participante se incorporó como efecto aleatorio mediante un intercepto aleatorio (1 | id), con el fin de modelar la variabilidad interindividual.

El modelo se ha calculado mediante máxima verosimilitud restringida (REML) y ha encontrado una convergencia positiva, asegurando la obtención de resultados robustos y precisos para la matriz de datos empleada.

El coeficiente de correlación intraclase (ICC) indicó que una proporción relevante de la varianza en los tiempos de reacción se debía a diferencias entre participantes (ICC = .207), mientras que en la dilatación pupilar esta proporción fue menor (ICC = .072). Véase Anexo B, Tabla B1 y B2. Estos resultados justifican el uso de modelos lineales mixtos que incluyan efectos aleatorios por participante. Asimismo, la inspección de los gráficos Q-Q y de residuos frente a valores predichos indicó un cumplimiento adecuado de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, sin observarse desviaciones sistemáticas relevantes.

En relación con los tiempos de reacción, el modelo mostró un ajuste adecuado, con un R^2 marginal = .089 y un R^2 condicional = .278, lo que indica que los efectos fijos explican una proporción moderada de la varianza, y aproximadamente un 28% al considerar la variabilidad entre participantes (Tabla B3).

En cuanto a los efectos principales, se observaron efectos significativos de la validez del ensayo, $F(2, 4298.2) = 57.79$, $p < .001$, de la presencia de señal de alerta, $F(1, 4297.9) = 154.66$, $p < .001$, y de la condición de IOR, $F(1, 4297.5) = 28.26$, $p < .001$. Estos resultados indican que los tiempos de reacción varían en función del tipo de ensayo, la presencia de señal de alerta y la manipulación temporal asociada a la inhibición de retorno. Por el contrario, el estilo de apego no mostró un efecto significativo, $F(2, 28.0) = 0.086$, $p = .918$, ni participó en interacciones relevantes (Figura 1B). En lo que respecta a las interacciones, se identificaron dos efectos significativos: la

interacción entre validez y alerta, $F(2, 4297.9) = 5.97$, $p = .003$, y la interacción entre validez e IOR, $F(1, 4297.4) = 45.74$, $p < .001$. No se observaron otras interacciones estadísticamente significativas (Tabla B4).

El análisis de efectos simples reveló que el efecto de la validez fue significativo tanto en ausencia de señal de alerta, $F(1, 4297) = 11.8$, $p < .001$, como en su presencia, $F(1, 4299) = 10.6$, $p = .001$. En ambos casos, los ensayos válidos presentaron tiempos de reacción significativamente menores que los inválidos, lo que evidencia un efecto robusto de facilitación atencional (Tabla B5). Por otro lado, en la interacción con la condición de IOR, el efecto de la validez fue significativo en ausencia de IOR, $F(2, 4298) = 81.28$, $p < .001$, pero no alcanzó significación en presencia de IOR, $F(1, 4298) = 2.00$, $p = .158$. Este patrón sugiere que la inhibición de retorno atenúa o elimina la ventaja típica de los ensayos válidos, modificando el funcionamiento habitual de la atención espacial (Tabla B6). Análisis complementarios del efecto de la interacción entre validez, alerta e IOR y representación visual en Anexo B (Figuras 2B y 3B).

En relación con la dilatación pupilar, se ajustó un modelo lineal mixto equivalente. El ajuste del modelo fue adecuado, con un R^2 marginal = .056 y un R^2 condicional = .124, lo que indica que los efectos fijos explican una menor proporción de la varianza en comparación con los tiempos de reacción (Tabla B7).

En cuanto a los efectos principales, se observaron efectos significativos de la validez, $F(2, 4300.4) = 6.23$, $p = .002$, de la señal de alerta, $F(1, 4299.3) = 152.19$, $p < .001$, y de la condición de IOR, $F(1, 4298.1) = 23.78$, $p < .001$. Estos resultados indican que la dilatación pupilar varía en función de las condiciones experimentales, reflejando cambios en los niveles de activación cognitiva y atencional. Sin embargo, el estilo de apego no mostró un efecto significativo, $F(2, 27.7) = 0.046$, $p = .955$ (Figura 4B). En lo que respecta a las interacciones, no se encontraron

efectos estadísticamente significativos entre las variables incluidas en el modelo ($p > .05$ en todos los casos), lo que sugiere la ausencia de modulaciones combinadas relevantes en la dilatación pupilar (Tabla B8).

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten evaluar de manera crítica las hipótesis planteadas acerca de la relación entre los estilos de apego y la regulación de la precisión en la orientación atencional. En líneas generales, los hallazgos empíricos muestran un patrón claro: si bien las variables experimentales propias del paradigma atencional (validez, alerta e IOR) modulan de forma robusta tanto los tiempos de reacción como la dilatación pupilar, el estilo de apego no ejerce una influencia significativa sobre ninguna de las medidas analizadas.

En relación con las hipótesis específicas, los resultados respaldan las predicciones derivadas del paradigma clásico de Posner, pero no aquellas relativas a las diferencias entre estilos de apego. En primer lugar, se confirma la existencia de un efecto de facilitación atencional: los tiempos de reacción fueron significativamente menores en los ensayos válidos en comparación con los inválidos, lo que indica una adecuada orientación de la atención hacia la localización señalizada. Asimismo, la presencia de una señal de alerta produjo una reducción general de los tiempos de reacción, consistente con la activación de la red atencional de vigilancia. Por último, la interacción entre validez e IOR mostró que la inhibición de retorno atenúa la ventaja de los ensayos válidos, replicando el patrón bifásico clásico de facilitación temprana e inhibición tardía descrito en la literatura.

Las hipótesis relativas al apego no se ven confirmadas. No se encontraron efectos principales del estilo de apego ni interacciones significativas con las variables experimentales.

Esto implica que no se observaron diferencias en la facilitación atencional, la sensibilidad a las señales de alerta ni en la dinámica de la inhibición de retorno en función del tipo de apego. En consecuencia, no se puede sostener empíricamente que los estilos de apego se traduzcan en políticas diferenciadas de exploración epistémica en el contexto de la tarea empleada.

Desde el marco del Procesamiento Predictivo, estos resultados invitan a una reinterpretación teórica. La ausencia de efectos del apego podría sugerir que la regulación de la precisión asociada a los Modelos Internos de Trabajo opera preferentemente en dominios de contenido socioemocional, más que en tareas perceptivas abstractas y descontextualizadas como el paradigma de Posner utilizado en este estudio. En otras palabras, aunque el apego se conceptualiza como un sistema que calibra la asignación de precisión, esta calibración podría manifestarse de forma más clara cuando los estímulos son relevantes para el sistema de apego (por ejemplo, rostros que expresan emoción), y no ante estímulos neutros como flechas o señales espaciales simples.

En cuanto a la dilatación pupilar, los resultados indican que esta medida refleja principalmente cambios globales de activación (arousal), asociados a la alerta y a la exigencia cognitiva de la tarea, pero no captura modulaciones más finas relacionadas con la interacción entre variables. Esto sugiere que, al menos en este contexto experimental, la pupila constituye un indicador sensible al nivel general de activación, pero menos adecuado para detectar diferencias en estrategias atencionales específicas o en la regulación de la precisión a nivel más complejo.

El estudio presenta diversas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el tamaño muestral ($N = 31$) puede haber reducido la potencia estadística para detectar efectos sutiles asociados al estilo de apego. En segundo lugar, la tarea empleada carece de contenido social, lo que limita la activación del sistema de apego y, por tanto, la posibilidad de observar sus efectos

sobre la atención y el rastreo ocular. En tercer lugar, la clasificación categórica del apego a partir de dimensiones continuas (ansiedad y evitación) puede haber reducido la sensibilidad del análisis, al simplificar la variabilidad individual. Por último, aunque los modelos lineales mixtos permiten un análisis robusto a nivel de ensayo, la complejidad del fenómeno estudiado podría requerir medidas adicionales (por ejemplo, patrones sacádicos más finos o medidas neurofisiológicas) para captar plenamente la dinámica de la precisión.

De cara a futuras investigaciones, se abren varias líneas prometedoras. Sería relevante replicar este diseño utilizando estímulos de carácter social que permitan activar directamente los Modelos Internos de Trabajo, además de la integración de medidas neurofisiológicas (como EEG o potenciales evocados) que permitieran examinar con mayor precisión los mecanismos subyacentes a la asignación de precisión.

5. REFERENCIAS

- Ainsworth, M. S. (1979). *Infant-mother attachment*. *American Psychologist*, 34(10), 932–937.
- Botvinick, M. M., Nystrom, L. E., Fissell, K., Carter, C. S., & Cohen, J. D. (1999). *Conflict monitoring versus selection-for-action in anterior cingulate cortex*. *Nature*, 402, 179–181.
- Bowlby, J. (1982). *Attachment and loss: Vol. 1. Attachment* (2nd ed.). Basic Books.
- Brennan, K. A., Clark, C. L., & Shaver, P. R. (1998). Self-report measurement of adult attachment: An integrative overview. En J. A. Simpson & W. S. Rholes (Eds.), *Attachment theory and close relationships* (pp. 46–76). Guilford Press.
- Clark, A. (2023). *The experience machine: How our minds predict and shape reality*. Pantheon Books.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). *Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain*. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3), 201–215.
- Corbetta, M., Kincade, J. M., Ollinger, J. M., McAvoy, M. P., & Shulman, G. L. (2000). *Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex*. *Nature Neuroscience*, 3, 292–297.
- Doya, K. (2008). *Modulators of decision making*. *Nature Neuroscience*, 11(4), 410–416.
<https://doi.org/10.1038/nn2077>
- Eilert, D. W., & Buchheim, A. (2023). *Attachment-related differences in emotion regulation in adults: A systematic review on attachment representations*. *Brain Sciences*, 13(6), 884.
<https://doi.org/10.3390/brainsci13060884>
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). *Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task*. *Perception & Psychophysics*, 16, 143–149.

- Feldman, H., & Friston, K. J. (2010). *Attention, uncertainty, and free-energy*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 4, 215. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00215>
- Fonagy, P., Gergely, G., & Target, M. (2007). *The parent–infant dyad and the construction of the subjective self*. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(3–4), 288–328. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2007.01727.x>
- Fraley, R. C., Heffernan, M. E., Vicary, A. M., & Brumbaugh, C. C. (2011). *The Experiences in Close Relationships-Relationship Structures Questionnaire: A method for assessing attachment orientations across relationships*. *Psychological Assessment*, 23, 615–625. <https://doi.org/10.1037/a0022898>
- Friston, K. J. (2010). *The free-energy principle: A unified brain theory?* *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127–138.
- Funes, M. J., & Lupiáñez, J. (2003). *La teoría atencional de Posner: Una tarea para medir las funciones atencionales de orientación, alerta y control cognitivo y la interacción entre ellas*. *Psicothema*, 15(2), 260–266.
- Gallucci, M. (2019). *GAMLj: General analyses for linear models* (Version 3.6.5) [jamovi module]. <https://gamlj.github.io/>
- Gallucci, M. (2020). *Model goodness of fit in GAMLj*. https://gamlj.github.io/gamlj_docs/articles/gamlj_glm.html
- Gutiérrez Domínguez, F. J. (2015). *Inhibición de retorno en tareas de señalización espacial y no espacial: Patrones neurocognitivos en función de la localización de los estímulos en el campo visual* [Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela].

- Hayward, D. A., & Ristic, J. (2013). *Measuring attention using the Posner cuing paradigm: The role of across and within trial target probabilities*. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 205. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00205>
- Herzog, P., Kube, T., & Fassbinder, E. (2022). *How childhood maltreatment alters perception and cognition: The predictive processing account of borderline personality disorder*. *Psychological Medicine*, 52(14), 2899–2916. <https://doi.org/10.1017/S0033291722002458>
- Hohwy, J. (2013). *The self-evidencing brain*. MIT Press.
- Joffily, M., & Coricelli, G. (2013). *Emotional valence and the free-energy principle*. *PLoS Computational Biology*, 9(6), e1003094. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003094>
- Kiverstein, J., Miller, M., & Rietveld, E. (2019). *The feeling of grip: Novelty, error dynamics, and the predictive brain*. *Synthese*, 196(7), 2847–2869. <https://doi.org/10.1007/s11229-017-1583-9>
- Klein, R. M. (2000). *Inhibition of return*. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(4), 138–147. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01452-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01452-2)
- Larrucea-Iruretagoyena, M., & Orue, I. (2022). *Spanish validation of the Experiences in Close Relationships–Relationship Structures Questionnaire for pre-adolescents*. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 27(2), 115–125. <https://doi.org/10.21134/RPCNA.2022.09.2.7>
- Lüdecke, D., Ben-Shachar, M. S., Patil, I., & Makowski, D. (2020). *Extracting, computing and exploring the parameters of statistical models using R*. <https://cran.r-project.org/web/packages/parameters/index.html>

- Mikulincer, M., & Shaver, P. R. (2016a). Adult attachment strategies and the regulation of emotion. En J. Cassidy & P. R. Shaver (Eds.), *Handbook of emotion regulation* (2nd ed., pp. 507–533). Guilford Press.
- Mikulincer, M., & Shaver, P. R. (2016b). *Attachment in adulthood: Structure, dynamics, and change* (2nd ed.). Guilford Press.
- Mikulincer, M., & Shaver, P. R. (2019). *Attachment orientations and emotion regulation*. *Current Opinion in Psychology*, 25, 6–10. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.02.006>
- Miller, M., Kiverstein, J., & Rietveld, E. (2022). *The predictive dynamics of happiness and well-being*. *Emotion Review*, 14(1), 15–30. <https://doi.org/10.1177/17540739211063851>
- Milliken, B., Lupiáñez, J., Roberts, M., & Stevanovski, B. (2003). *Orienting in space and time: Joint contributions to exogenous spatial cuing effects*. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10(4), 877–883. <https://doi.org/10.3758/BF03196547>
- Parr, T., & Friston, K. J. (2017). *Uncertainty, epistemics and active inference*. *Journal of the Royal Society Interface*, 14(136). <https://doi.org/10.1098/rsif.2017.0376>
- Peirce, J. W., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2023). *PsychoPy* (Version 2023.2) [Computer software]. <https://www.psychopy.org>
- Pitillas, C., & Echegoyen, I. (2024). *In search of an interpersonal compass: Predictive processing, early interpersonal processes, and the development of attachment (in)security*.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Erlbaum.
- Posner, M. I. (1994). *Attention: The mechanisms of consciousness*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(16), 7398–7403. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.16.7398>

- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). *Components of visual orienting*. En H. Bouma & D. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X* (pp. 531–556). Erlbaum.
- Posner, M. I., & Dehaene, S. (1994). *Attentional networks*. *Trends in Neurosciences*, *17*(2), 75–79. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(94\)90078-7](https://doi.org/10.1016/0166-2236(94)90078-7)
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). *The attention system of the human brain*. *Annual Review of Neuroscience*, *13*, 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Posner, M. I., Klein, R., Summers, J., & Buggie, S. (1973). *On the selection of signals*. *Memory & Cognition*, *1*, 2–12.
- Posner, M. I., Petersen, S. E., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1988). *Localization of cognitive operations in the human brain*. *Science*, *240*, 1627–1631.
- Rafal, R., Henik, A., & Smith, J. (1991). *Extrageniculate contributions to reflex visual orienting in normal humans: A temporal hemifield advantage*. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *3*, 323–329.
- Rao, R. P. N., & Ballard, D. H. (1999). *Predictive coding in the visual cortex: A functional interpretation of some extra-classical receptive-field effects*. *Nature Neuroscience*, *2*(1), 79–87. <https://doi.org/10.1038/4580>
- R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.4) [Computer software]. <https://cran.r-project.org>
- Ruz, M., & Lupiáñez, J. (2002). *A review of attentional capture: From its automaticity to endogenous control*. *Psicológica*, *23*, 283–309.
- Seth, A. K., & Friston, K. J. (2016). *Active interoceptive inference and the emotional brain*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *371*(1708), 20160007. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0007>

- Stroop, J. R. (1935). *Studies of interference in serial verbal reactions*. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643–662.
- The jamovi project. (2024). *jamovi* (Version 2.6) [Computer software]. <https://www.jamovi.org>
- Van de Cruys, S., & Van Dessel, P. (2021). *Mental distress through the prism of predictive processing theory*. *Current Opinion in Psychology*, 41, 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.07.006>
- Van Veen, V., Cohen, J. D., Botvinick, M. M., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2001). *Anterior cingulate cortex, conflict monitoring and levels of processing*. *NeuroImage*, 14, 1302–1308.
- Varela Carbajal, G. (2021). *The midbrain origin of auditory predictive processing and how dopamine modulates early perception of surprising sounds* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca].
- Wachtel, P. L. (2014). *Cyclical psychodynamics and the contextual self*. Routledge.
- Yon, D., & Frith, C. D. (2021). *Precision and the Bayesian brain*. *Current Biology*, 31(17), R1017–R1034.
- Yon, D., de Lange, F. P., & Press, C. (2019). *The predictive brain as a stubborn scientist*. *Trends in Cognitive Sciences*, 23(1), 6–8.

6. APÉNDICE

Anexo A.

CRP. Cuestionario de experiencia en las Relaciones de Pareja. K.A. Brennan, C.L.Clark y P.R. Shaver, (1998). Validación de la traducción al castellano de M. Larrucea-Iruretagoyena e I. Orue (2022).

Lee cada una de las siguientes afirmaciones y califica de 1 (Totalmente desacuerdo) al 7 (Totalmente de acuerdo) en qué medida crees que cada afirmación describe mejor tus sentimientos sobre la relación con TU MADRE.

1. Cuando lo necesito, acudo a mi madre para que me ayude.
2. Normalmente hablo con mi madre sobre mis problemas y preocupaciones.
3. Hablo las cosas con mi madre.
4. Normalmente necesito a mi madre para hacer muchas de las cosas que hago.
5. No me siento cómoda/cómodo contándole a mi madre lo que siento.
6. Prefiero no hablar con mi madre sobre cómo me siento.
7. A menudo me preocupa que mi madre no se preocupe por mí.
8. Me da miedo que mi madre me abandone.
9. Me preocupa que mi madre no se preocupe por mí tanto como yo me preocupo por ella.

Lee cada una de las siguientes afirmaciones y califica de 1 (Totalmente desacuerdo) al 7 (Totalmente de acuerdo) en qué medida crees que cada afirmación describe mejor tus sentimientos sobre la relación con TU PADRE.

10. Cuando lo necesito, acudo a mi padre para que me ayude.
11. Normalmente hablo con mi padre sobre mis problemas y preocupaciones.
12. Hablo las cosas con mi padre.

13. Normalmente necesito a mi padre para hacer muchas de las cosas que hago.

14. No me siento cómoda/cómodo contándole a mi padre lo que siento.

15. Prefiero no hablar con mi padre sobre cómo me siento.

16. A menudo me preocupa que mi padre no se preocupe por mí.

17. Me da miedo que mi padre me abandone.

18. Me preocupa que mi padre no se preocupe por mí tanto como yo me preocupo por él.

Lee cada una de las siguientes afirmaciones y califica de 1 (Totalmente desacuerdo) al 7 (Totalmente de acuerdo) en qué medida crees que cada afirmación describe mejor tus sentimientos sobre la relación con TUS AMISTADES.

19. Cuando lo necesito, acudo a mis amistades para que me ayuden.

20. Normalmente hablo con mis amistades sobre mis problemas y preocupaciones.

21. Hablo las cosas con mis amistades.

22. Normalmente necesito a mis amistades para hacer muchas de las cosas que hago.

23. No me siento cómoda/cómodo contándoles a mis amistades lo que siento.

24. Prefiero no hablar con mis amistades sobre cómo me siento.

25. A menudo me preocupa que mis amistades no se preocupen por mí.

26. Me da miedo que mis amistades me abandonen.

27. Me preocupa que mis amistades no se preocupen por mí tanto como yo me preocupo por ellos/ellas.

Lee cada una de las siguientes afirmaciones y califica de 1 (Totalmente desacuerdo) al 7 (Totalmente de acuerdo) en qué medida crees que cada afirmación describe mejor tus sentimientos sobre la relación con TU PAREJA.

28. Cuando lo necesito, acudo a mi pareja para que me ayude.

29. Normalmente hablo con mi pareja sobre mis problemas y preocupaciones.
30. Hablo las cosas con mi pareja.
31. Normalmente necesito a mi pareja para hacer muchas de las cosas que hago.
32. No me siento cómoda/cómodo contándole a mi pareja lo que siento.
33. Prefiero no hablar con mi pareja sobre cómo me siento.
34. A menudo me preocupa que mi pareja no se preocupe por mí.
35. Me da miedo que mi pareja me abandone.
36. Me preocupa que mi pareja no se preocupe por mí tanto como yo me preocupo por él/ella.

Anexo B.**Tabla B1***Random Components (tiempo de reacción)*

| Groups | Name | Variance | SD | ICC |
|-----------------|-------------|-----------------|-----------|------------|
| id | (Intercept) | 2060 | 45.4 | 0.207 |
| Residual | | 7881 | 88.8 | |

Nota. Number of Obs: 4355, Number of groups: id 31**Tabla B2***Random Components (dilatación pupilar)*

| Groups | Name | Variance | SD | ICC |
|-----------------|-------------|-----------------|-----------|------------|
| id | (Intercept) | 0.00118 | 0.0344 | 0.0716 |
| Residual | | 0.01533 | 0.1238 | |

Nota. Number of Obs: 4355, Number of groups: id 31**Tabla B3***Model Fit (tiempo de reacción)*

| Type | R² | df | LRT X² | p |
|-------------|----------------------|-----------|--------------------------|----------|
| Conditional | 0.278 | 30 | 1192.408 | <.001 |
| Marginal | 0.089 | 29 | 502.128 | <.001 |

Tabla B4*Fixed Effects Omnibus Tests (tiempo de reacción)*

| | F | df | df (res) | p |
|---|----------|-----------|-----------------|----------|
| tipo_apego | 0.0860 | 2 | 28.0 | 0.918 |
| validez | 57.7930 | 2 | 4298.2 | <.001 |
| alert | 154.6598 | 1 | 4297.9 | <.001 |
| ior | 28.2604 | 1 | 4297.5 | <.001 |
| tipo_apego * validez | 0.4908 | 4 | 4298.2 | 0.743 |
| tipo_apego * alert | 0.6951 | 2 | 4297.9 | 0.499 |
| validez * alert | 5.9745 | 2 | 4297.9 | 0.003 |
| tipo_apego * ior | 0.4389 | 2 | 4297.5 | 0.645 |
| validez * ior | 45.7398 | 1 | 4297.4 | <.001 |
| alert * ior | 0.8936 | 1 | 4297.6 | 0.345 |
| tipo_apego * validez * alert | 0.5284 | 4 | 4297.8 | 0.715 |
| tipo_apego * validez * ior | 1.4304 | 2 | 4297.4 | 0.239 |
| tipo_apego * alert * ior | 0.1558 | 2 | 4297.6 | 0.856 |
| validez * alert * ior | 0.3464 | 1 | 4298.4 | 0.556 |
| tipo_apego * validez * alert * ior | 0.3597 | 2 | 4298.4 | 0.698 |

Tabla B5*ANOVA for Simple Effects of validez - alerta (tiempo de reacción)*

| Moderator | | | | |
|------------------|----------|---------------|---------------|----------|
| alert | F | Num df | Den df | p |
| 0 | 11.8 | 1.00 | 4297 | <.001 |
| 1 | 10.6 | 1.00 | 4299 | 0.001 |

Tabla B6*ANOVA for Simple Effects of validez – IOR (tiempos de reacción)*

| Moderator | | | | |
|------------------|----------|---------------|---------------|----------|
| ior | F | Num df | Den df | p |
| 0 | 81.28 | 2.00 | 4298 | <.001 |
| 1 | 2.00 | 1.00 | 4298 | 0.158 |

Tabla B7*Model Fit (dilatación pupilar)*

| Tipo | R² | df | LRT X² | p |
|-------------|----------------------|-----------|--------------------------|----------|
| Condicional | 0.124 | 30 | 434.427 | <.001 |
| Marginal | 0.056 | 29 | 270.310 | <.001 |

Tabla B8*Fixed Effects Omnibus Tests (dilatación pupilar)*

| | F | df | df (res) | p |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------|----------|
| tipo_apego | 0.04611 | 2 | 27.7 | 0.955 |
| validez | 6.22968 | 2 | 4300.4 | 0.002 |
| Alert | 152.19224 | 1 | 4299.3 | <.001 |
| ior | 23.78094 | 1 | 4298.1 | <.001 |
| tipo_apego * validez | 0.63052 | 4 | 4300.4 | 0.641 |
| tipo_apego * alert | 0.67949 | 2 | 4299.4 | 0.507 |
| validez * alert | 0.33790 | 2 | 4299.2 | 0.713 |

Tabla B8*Fixed Effects Omnibus Tests (dilatación pupilar)*

| | F | df | df (res) | p |
|---|----------|-----------|-----------------|----------|
| tipo_apego * ior | 1.08495 | 2 | 4298.3 | 0.338 |
| validez * ior | 0.09377 | 1 | 4298.0 | 0.759 |
| alert * ior | 0.88667 | 1 | 4298.5 | 0.346 |
| tipo_apego * validez * alert | 0.75775 | 4 | 4299.2 | 0.553 |
| tipo_apego * validez * ior | 0.00931 | 2 | 4298.0 | 0.991 |
| tipo_apego * alert * ior | 0.12993 | 2 | 4298.6 | 0.878 |
| validez * alert * ior | 0.68114 | 1 | 4300.9 | 0.409 |
| tipo_apego * validez * alert * ior | 0.29107 | 2 | 4300.8 | 0.747 |

Tabla B9*Estimate Marginal Means - validez * alert (tiempo de reacción)*

| validez | alert | Mean | SE | df | 95% Confidence Intervals | |
|----------------|--------------|-------------|-----------|-----------|---------------------------------|--------------|
| | | | | | Lower | Upper |
| invalida | 0 | 399 | 9.61 | 34.5 | 379 | 418 |
| invalida | 1 | 367 | 9.59 | 34.2 | 348 | 387 |
| neutra | 0 | | | | | |
| neutra | 1 | | | | | |
| valida | 0 | 382 | 9.57 | 34.0 | 363 | 402 |
| valida | 1 | 352 | 9.60 | 34.3 | 332 | 371 |

Tabla B10

*Estimate Marginal Means - validez * ior (tiempos de reacción)*

| validez | ior | Mean | SE | df | 95% Confidence Intervals | |
|----------|-----|------|------|------|--------------------------|-------|
| | | | | | Lower | Upper |
| invalida | 0 | 403 | 9.57 | 33.9 | 384 | 423 |
| invalida | 1 | 363 | 9.63 | 34.8 | 343 | 382 |
| neutra | 0 | 423 | 9.59 | 34.2 | 404 | 443 |
| neutra | 1 | | | | | |
| valida | 0 | 365 | 9.57 | 33.9 | 345 | 384 |
| valida | 1 | 370 | 9.60 | 34.3 | 350 | 389 |

Figura 1B

*Plot: rt ~ tipo_apego * validez*

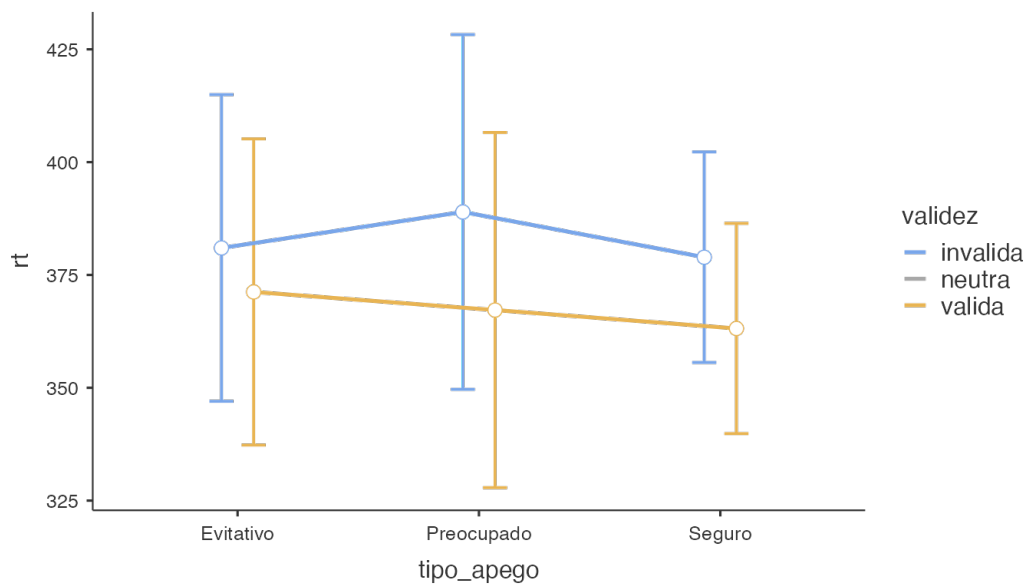
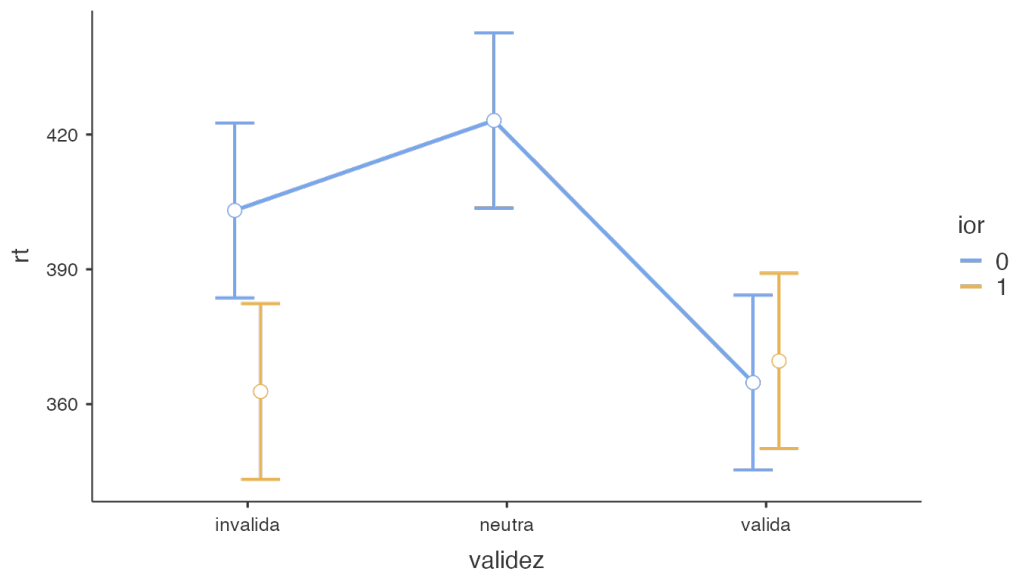


Figura B2

*Plot: $rt \sim \text{validez} * \text{ior}$*

**Figura B3**

*Plot: $rt \sim \text{validez} * \text{alert}$*

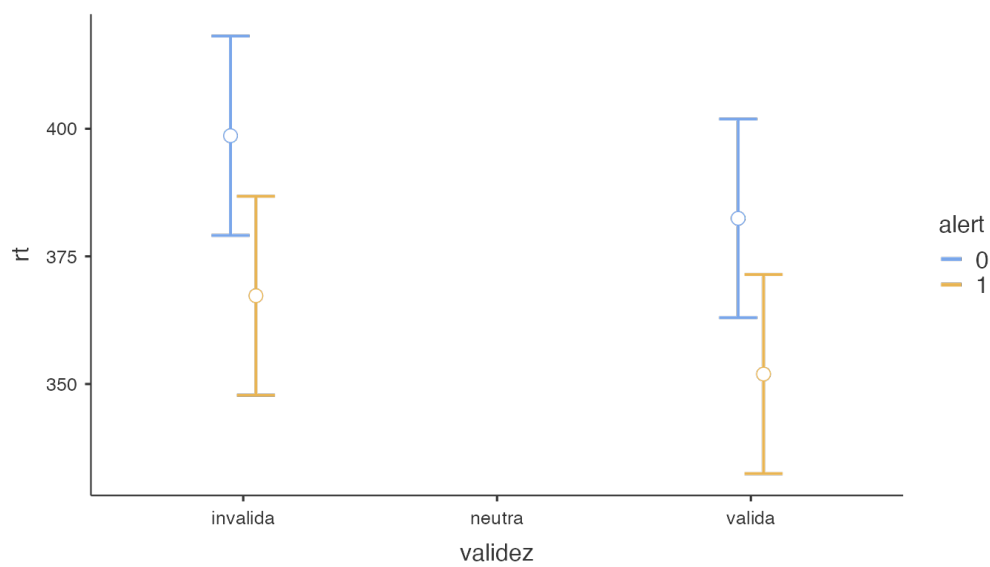
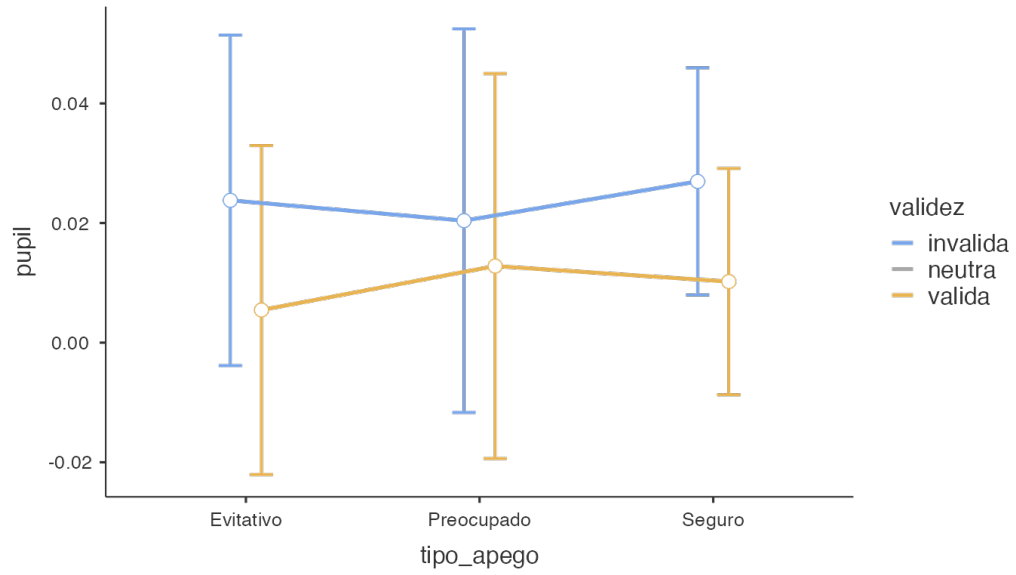


Figura 4B

Plot: $pupil \sim tipo_apego * validez$



Anexo C.

Anexo C1. Código fuente del experimento.

```

# TIEMPOS (s)
FORE_MIN = 0.750
FORE_MAX = 1.500
ALERT_DUR = 0.250
POST_TONE = 0.150
CUE_DUR = 0.050
POST_CUE = 0.150
IOR_DELAY = 0.500
TARGET_DUR = 0.200
RESP_TIMEOUT = 3.000
ITI_BLACK = 1.000
ITI_BLOCK = 1.500

# TECLAS
KEY_LEFT = "z"
KEY_RIGHT = "m"
KEY_QUIT = "escape"

# BLOQUES
N_PRACTICE_BLOCKS = 1
N_EXP_BLOCKS = 15

# VENTANA Y ESTÍMULOS
win = visual.Window(fullscr=FULLSCR, color="black", units="height")
event.Mouse(visible=False, win=win)

# Medidas físicas en "height"
ARROW_H = 10 * MM
ARROW_W = 11 * MM
BOX_H = 22 * MM
BOX_W = 35 * MM
INNER_OFFSET = 25 * MM

box_center_x = INNER_OFFSET + (BOX_W / 2)
left_pos = (-box_center_x, 0.0)
right_pos = ( box_center_x, 0.0)

dark_grey = [-0.4, -0.4, -0.4]

```

```

fix = visual.TextStim(win, text="+", color="white", height=0.08)

boxL = visual.Rect(win, width=BOX_W, height=BOX_H, pos=left_pos,
                    lineColor=dark_grey, fillColor=None, lineWidth=2)
boxR = visual.Rect(win, width=BOX_W, height=BOX_H, pos=right_pos,
                    lineColor=dark_grey, fillColor=None, lineWidth=2)

def draw_base():
    fix.draw()
    boxL.draw()
    boxR.draw()

def arrow_vertices_right(w=ARROW_W, h=ARROW_H):
    shaft_h = 0.30 * h
    head_w = 0.45 * w
    shaft_w = w - head_w
    xL = -w / 2
    xS = xL + shaft_w
    xR = w / 2
    yT = h / 2
    yB = -h / 2
    yST = shaft_h / 2
    ySB = -shaft_h / 2
    return [(xL, yST), (xS, yST), (xS, yT), (xR, 0.0), (xS, yB), (xS, ySB), (xL, ySB)]

arrowShape = visual.ShapeStim(
    win, vertices=arrow_vertices_right(),
    closeShape=True, fillColor="white", lineColor="white", pos=(0, 0)
)

def set_arrow(direction, pos):
    verts = arrow_vertices_right()
    if direction == "L":
        verts = [(-x, y) for (x, y) in verts]
    arrowShape.vertices = verts
    arrowShape.pos = pos

alert_tone = sound.Sound(value=500, secs=ALERT_DUR)

instr = visual.TextStim(win, text=(
    "Pulsa Z si la flecha apunta a la IZQUIERDA.\n"
    "Pulsa M si la flecha apunta a la DERECHA.\n\n"

```

```

    "Mantén la mirada en el punto de fijación.\n\n"
    "Pulsa ESPACIO para empezar.\nESC para salir."
), color="white", height=0.05)

end_txt = visual.TextStim(win, text="Fin. Gracias.\n\nPulsa ESC para salir.",
color="white", height=0.06)

# AOIs (0..1 display area) derivados de la geometría real en PsychoPy
def rect_aoi_norm01(rect_stim):
    Wpx, Hpx = win.size
    x, y = rect_stim.pos
    wH = rect_stim.width
    hH = rect_stim.height

    x_px = x * (Hpx / 2.0)
    y_px = y * (Hpx / 2.0)
    w_px = wH * (Hpx / 2.0)
    h_px = hH * (Hpx / 2.0)

    xMin = x_px - w_px/2
    xMax = x_px + w_px/2
    yMin = y_px - h_px/2
    yMax = y_px + h_px/2

    # a norm01 (origen arriba izq)
    xN_min = (xMin + Wpx/2) / Wpx
    xN_max = (xMax + Wpx/2) / Wpx
    yN_min = (Hpx/2 - yMax) / Hpx
    yN_max = (Hpx/2 - yMin) / Hpx

    return (xN_min, xN_max, yN_min, yN_max)

def in_aoi(xN, yN, aoi):
    if xN is None or yN is None:
        return False
    xMin, xMax, yMin, yMax = aoi
    return (xMin <= xN <= xMax) and (yMin <= yN <= yMax)

AOI_L = rect_aoi_norm01(boxL)
AOI_R = rect_aoi_norm01(boxR)

# TRIALS

```

```

ALERT_LEVELS = [0, 1]
CUE_LEVELS = ["L", "R", "N"]
TLOC_LEVELS = ["L", "R"]

def make_block_trials():
    trials = []
    for alert in ALERT_LEVELS:
        for cue in CUE_LEVELS:
            for tloc in TLOC_LEVELS:
                adir = tloc # flecha apunta hacia donde aparece
                ior_values = [0, 1] if cue in ["L", "R"] else [0]
                for ior in ior_values:
                    trials.append({"alert": alert, "cue": cue, "tloc": tloc, "adir":
adir, "ior": ior})
            random.shuffle(trials)
    return trials

clock = core.Clock()

def wait_with_sampling(duration_s, baseline_list=None):
    t0 = now_psychopy()
    while now_psychopy() - t0 < duration_s:
        if USE_EYETRACKER and baseline_list is not None:
            baseline_list.append(pupil_from_sample(get_last_sample()))
        # permitir teclas de salida también durante waits
        if KEY_QUIT in event.getKeys([KEY_QUIT]):
            raise KeyboardInterrupt
        core.wait(0.002)

def run_trial(trl):
    event.clearEvents()

    pupil_baseline = []
    pupil_post = []
    dwellL = 0.0
    dwellR = 0.0
    eye_rt = None

    # BASE + jitter
    draw_base(); win.flip()
    add_marker(f"TRIAL_START alert={trl['alert']} cue={trl['cue']} tloc={trl['tloc']}
ior={trl['ior']}")

```

```

    wait_with_sampling(random.uniform(FORE_MIN, FORE_MAX),
baseline_list=pupil_baseline)

# ALERTA
if trl["alert"] == 1:
    alert_tone.play()
    wait_with_sampling(ALERT_DUR, baseline_list=pupil_baseline)
    wait_with_sampling(POST_TONE, baseline_list=pupil_baseline)

# CUE
if trl["cue"] == "L":
    boxL.lineColor = "white"
elif trl["cue"] == "R":
    boxR.lineColor = "white"

draw_base(); win.flip()
add_marker(f"CUE_ON {trl['cue']}")
wait_with_sampling(CUE_DUR, baseline_list=pupil_baseline)

boxL.lineColor = dark_grey
boxR.lineColor = dark_grey
draw_base(); win.flip()

    wait_with_sampling(IOR_DELAY if trl["ior"] == 1 else POST_CUE,
baseline_list=pupil_baseline)

# TARGET
target_pos = left_pos if trl["tloc"] == "L" else right_pos
target_aoi = AOI_L if trl["tloc"] == "L" else AOI_R

set_arrow(trl["adir"], target_pos)
clock.reset()
resp = rt = correct = None

target_onset = now_psychopy()
add_marker(f"TARGET_ON {trl['tloc']} dir={trl['adir']}")

# target visible
last = now_psychopy()
while clock.getTime() < TARGET_DUR:
    draw_base(); arrowShape.draw(); win.flip()

```

```

nowt = now_psychopy()
dt = nowt - last
last = nowt

# eyetracking online (solo métricas rápidas; lo serio se hace offline)
if USE_EYETRACKER:
    smp = get_last_sample()
    xN, yN = gaze_norm01_from_sample(smp)
    pupil_post.append(pupil_from_sample(smp))

    if in_aoi(xN, yN, AOI_L):
        dwellL += dt
    elif in_aoi(xN, yN, AOI_R):
        dwellR += dt

    if eye_rt is None and in_aoi(xN, yN, target_aoi):
        eye_rt = now_psychopy() - target_onset

keys = event.getKeys([KEY_LEFT, KEY_RIGHT, KEY_QUIT], timeStamped=clock)
if keys:
    k, t = keys[0]
    if k == KEY_QUIT:
        raise KeyboardInterrupt
    resp, rt = k, t

# ventana de respuesta
last = now_psychopy()
while clock.getTime() < RESP_TIMEOUT and resp is None:
    draw_base(); win.flip()

nowt = now_psychopy()
dt = nowt - last
last = nowt

if USE_EYETRACKER:
    smp = get_last_sample()
    xN, yN = gaze_norm01_from_sample(smp)
    pupil_post.append(pupil_from_sample(smp))

    if in_aoi(xN, yN, AOI_L):
        dwellL += dt
    elif in_aoi(xN, yN, AOI_R):

```

```

        dwellR += dt

    if eye_rt is None and in_aoi(xN, yN, target_aoi):
        eye_rt = now_psychopy() - target_onset

    keys = event.getKeys([KEY_LEFT, KEY_RIGHT, KEY_QUIT], timeStamped=clock)
    if keys:
        k, t = keys[0]
        if k == KEY_QUIT:
            raise KeyboardInterrupt
        resp, rt = k, t

if resp:
    correct = ((resp == KEY_LEFT and trl["adir"] == "L") or
              (resp == KEY_RIGHT and trl["adir"] == "R"))

add_marker("TRIAL_END")

# An\u00e9lisis pupilar robusto
base_median, base_mean, base_valid = robust_pupil_stats(pupil_baseline)
post_median, post_mean, post_valid = robust_pupil_stats(pupil_post)

# Contar parpadeos
blink_count_baseline = sum(1 for p in pupil_baseline if p is None)
blink_count_post = sum(1 for p in pupil_post if p is None)

# Delta usando mediana (m\u00e9dels robusto)
pupil_delta_median = (post_median - base_median) if (base_median is not None and
post_median is not None) else None
pupil_delta_mean = (post_mean - base_mean) if (base_mean is not None and post_mean
is not None) else None

return (resp, rt, correct, eye_rt, dwellL, dwellR,
        base_median, base_mean, base_valid,
        post_median, post_mean, post_valid,
        pupil_delta_median, pupil_delta_mean,
        blink_count_baseline, blink_count_post)

# EXPERIMENTAL
for b in range(1, N_EXP_BLOCKS + 1):
    trials = make_block_trials()

```

```

for i, trl in enumerate(trials, start=1):
    (resp, rt, correct, eye_rt, dwellL, dwellR,
     base_median, base_mean, base_valid,
     post_median, post_mean, post_valid,
     pupil_delta_median, pupil_delta_mean,
     blink_count_baseline, blink_count_post) = run_trial(trl)

    exp.addData("phase", "exp")
    exp.addData("block", b)
    exp.addData("trial_in_block", i)
    for key in trl:
        exp.addData(key, trl[key])

    exp.addData("resp", resp)
    exp.addData("rt", rt)
    exp.addData("correct", correct)

    exp.addData("eye_rt_to_targetAOI", eye_rt)
    exp.addData("dwell_leftAOI_s", dwellL)
    exp.addData("dwell_rightAOI_s", dwellR)

    # Métricas pupilares robustas
    exp.addData("pupil_baseline_median", base_median)
    exp.addData("pupil_baseline_mean", base_mean)
    exp.addData("pupil_baseline_valid_samples", base_valid)
    exp.addData("pupil_post_median", post_median)
    exp.addData("pupil_post_mean", post_mean)
    exp.addData("pupil_post_valid_samples", post_valid)
    exp.addData("pupil_delta_median", pupil_delta_median)
    exp.addData("pupil_delta_mean", pupil_delta_mean)
    exp.addData("blink_count_baseline", blink_count_baseline)
    exp.addData("blink_count_post", blink_count_post)

    exp.nextEntry()

win.color = "black"
win.flip()
core.wait(ITI_BLOCK)

# Fin (pantalla)
end_txt.draw()
win.flip()

```

```
event.waitKeys(keyList=[KEY_QUIT])

except KeyboardInterrupt:
    print("Salida solicitada (ESC). Guardando datos...")

except Exception as e:
    print("ERROR inesperado. Guardando datos y cerrando...")
    traceback.print_exc()
```