



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**HEURÍSTICOS RÁPIDOS Y FRUGALES: UNA
APROXIMACIÓN A LOS MARCADORES
SOMÁTICOS EN UNA PRUEBA DE AJEDREZ.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

P R E S E N T A

NESTOR DANIEL FUNES ABURTO

DIRECTOR: DR. ÓSCAR ZAMORA ARÉVALO
REVISOR: MTRO. MIGUEL HERRERA ORTÍZ
SINODALES: DR. CARLOS SANTOYO VELASCO
DR. VÍCTOR MANUEL SOLÍS MACÍAS
DR. ÓSCAR VLADIMIR ORDUÑA TRUJILLO

**TESIS APOYADA POR EL PROYECTO DGAPA-
PAPIIT IN307716**

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX. MX.

MAYO, 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Dedicado a mis padres con cariño, Carmen y Juan, por todo su apoyo. A mi familia y amigos Luis, Diego, Alexis, Ada, Sam, César, Itzel y Fernando, que me han acompañado en los buenos y malos momentos. Al increíble laboratorio 20, Perla, Gaby, Mario y Manu por sus sugerencias y recomendaciones. Al equipo de promotoría a cargo de Itzana, gracias por la oportunidad de conocerlos.

Al Dr. Oscar Zamora por haberme dado la oportunidad de formar parte de su laboratorio, así como apoyar la realización de este trabajo. Al Mtro. Miguel Herrera por tan enriquecedoras clases que inspiraron este proyecto. Al comité de sinodales conformado por Dr. Vladimir Orduña, Dr. Carlos Santoyo y Víctor Solís por sus puntuales observaciones y correcciones. De igual manera al Dr. Oscar Galicia y Dr. Fernando Vázquez quienes apoyaron con revisiones y recomendaciones bibliográficas.

A los ingenieros Gustavo Lagunes y Luis Mercado por brindar su talento en el diseño del equipo, siendo vital su participación. Agradecimiento especial para Angélica Hernández por su colaboración.

Finalmente, y no menos importante, a todos los ajedrecistas que participaron y dedicaron su tiempo para demostrar sus habilidades y a la Asociación de Ajedrez de la UNAM a cargo de Fidel Machado, por su interés en este proyecto, así como su difusión del mismo entre la comunidad de ajedrecistas de la UNAM.

Índice General

Resumen	1
Introducción	2
Capítulo 1. Sistemas de Elección	6
Sistema Racional	6
Sistema Intuitivo	9
Capítulo 2. Hipótesis del Marcador Somático	15
Propuesta Experimental	20
Objetivos	20
Hipótesis	21
Método Experimental	22
Participantes	22
Instrumentación	23
Procedimiento	25
Ensayos	25
Duraciones	27
Fases	28
Procedimiento	30
Resultados	31
Generales	31
Posiciones	32
Evaluación de Posiciones	33

Tiempos de Reacción en Posiciones	34
Problemas	35
Latencias de Problemas	36
Diferencias de Temperatura	37
Registro Fisiológico	39
Resultados Adicionales	41
Sesgo Optimista	41
Descripción y Autoajuste	43
Discusión	41
Tarea de Ajedrez	45
Registro Fisiológico	48
Conclusión y perspectiva	50
Referencias	53
Anexos	62
Carta Compromiso	65
Instrucciones en la tarea	68
Posiciones de Ajedrez	70
Evaluación de Posiciones	75
Tiempos de Reacción en Posiciones	80
Problemas de Ajedrez	85
Tiempos de Reacción en Problemas	90
Diferencias en Temperatura	95
Registro Fisiológico	97

RESUMEN

En las últimas décadas se han propuesto los Heurísticos Rápidos y Frugales como reglas simples de elección óptima que, contrario a lo que dicta el sentido común, no requieren toda la información, un gran poder de cálculo, ni tiempo infinito para deliberar y ser adaptables entre diferentes situaciones. Un ambiente donde podemos apreciar el uso de estas reglas es en Ajedrez dado que evaluar una posición con decenas de opciones y cientos de consecuencias demanda el uso de reglas simples que permitan sustraer la información más importante en cuestión de segundos.

Se realizó un estudio comparativo entre ajedrecistas de clase A y profesionales versus clase B y C, quienes solucionaron problemas de ajedrez y ofrecieron jugadas en posiciones de medio juego. En primera instancia los resultados de desempeño en la tarea nos indican que la experiencia juega un papel determinante en la decisión. También se especula que la intuición como mero proceso de reconocimiento de patrones familiares, o formalmente propuesto como Heurístico del Reconocimiento, pueda relacionarse con el tiempo que tardan en emitir una acción en la tarea. Adicionalmente se llevó a cabo un registro de temperatura que se propone como una variable fisiológica válida como marcador somático y el cual sugiere que éstos cambios homeostáticos tienen un papel importante en el proceso de elección.

INTRODUCCION

El estudio en Toma de Decisiones ha generado una gran cantidad de modelos que describen y predicen la conducta de elección de los organismos en ambientes experimentales y naturales (Santoyo & Vázquez, 2001). La motivación de estos estudios no radica solo en el hecho de conocer cuál es el proceso que guía nuestras elecciones sino poder mejorarlo una vez que comprendamos como funciona.

Los primeros esfuerzos por analizar el proceso de toma de decisiones no provinieron directamente de la psicología, sino de la economía y las matemáticas (Simon, 1992; Von Neumann & Morgenstern, 1944) donde se formularon los principios que debían obedecerse para tomar decisiones correctamente de acuerdo a los axiomas de elección en economía clásica o modelos Normativos de elección. Estos axiomas impulsaron el estudio de la Toma de Decisiones para que después se formularan explicaciones (Kahneman & Tversky, 1972; Kahneman & Tversky, 1979; Gigerenzer, 1997) de por qué las personas no usamos estrategias lógicas para dar con la solución de un problema a cada momento.

Los estudios de Herbert Simon (1956) sobre los procesos cognitivos demostraron las deficiencias que presentamos no solo al tomar decisiones, sino con otros procesos que se llevan a cabo en paralelo al mismo tiempo como la memoria, atención y percepción notando rápidamente que no somos tan perfectos como se pensaba. El auge de esta perspectiva llegó con la *Teoría del Prospecto* de Kahneman y Tversky (1979) que comparaba las decisiones y juicios de las personas en oposición a modelos y axiomas matemáticos y probabilísticos de elección. En la perspectiva de Toma de Decisiones normativa se concibe el mecanismo de elección como un proceso mental de estimación intuitiva o deliberada de cantidades, probabilidades y valores numéricos, orientado a la comparación y evaluación de éstos con

algún estándar preestablecido. Se propone que las personas confiamos en un número limitado de heurísticas que reducen las complicadas tareas de cálculo de probabilidades y de predicción de valores a operaciones de estimación mucho más simples (Kahneman, Tversky & Slovic, 1982, cap. 1). Los estudios realizados por Herbert Simon (1956) generaron la idea de que las personas no toman decisiones de acuerdo a los principios normativos de elección, sino que actúan en consistencia con reglas satisfactorias como lo son los Heurísticos, que son estrategias que ignoran parte de la información, con la meta de tomar decisiones más o menos precisas, rápidas y frugales que métodos más complejos (Gigerenzer & Gaissmaier, 2011).

Evolutivamente, los humanos no contábamos con los conocimientos matemáticos que existen actualmente, y pasamos miles de años como especie valiéndonos de otros sistemas cognitivos que se fueron perfeccionando con el paso del tiempo (Shermer, 1998; Martínez, 2007; Kahneman, 2010). Si observamos el problema desde este punto de vista, deberíamos criticar con mayor rigor los modelos de lógica bayesiana, regresión lineal y múltiple aplicada en la vida diaria, e indagar sistemas cognitivos básicos encargados de guiar procesos como la atención, la memoria y el aprendizaje.

El *Modelo de Decisiones del Reconocimiento Primado* (Klein, Calderwood & Clinton-Cirocco, 1988) en el que justifica que la exposición repetida en un ambiente logra que las personas abstraigan patrones del mismo y funcionen como señales causales en las situaciones similares, aligerando la carga cognitiva de analizar profundamente una decisión. Los casos documentados por Gary Klein incluyen las acciones de bomberos, enfermeras y paramédicos que deben tomar decisiones en situaciones críticas. Las hazañas de estos profesionales inspiraron a psicólogos que abordaron metodológicamente los procesos de elección durante momentos críticos y como los expertos logran solucionar exitosamente un problema. El modelo de Klein (1988), asume en principio que las personas no requieren

conocer ni aprender la infinidad de claves ambientales de un evento o fenómeno dado, sino que son capaces de distinguir solo una porción importante de toda esa información e integrarla para poder obtener un resultado satisfactorio.

En 2009 en el artículo publicado en *American Psychologist* que llevó por título “*Conditions for intuitive expertise: A failure to disagree*” Daniel Kahneman y Gary Klein, representantes del estudio en toma de decisiones debatieron sobre las ventajas y desventajas de pensar intuitivamente en el campo de las finanzas. La pregunta a debatir fue: ¿En qué condiciones merecen confianza las intuiciones profesionales? Aunque el debate se desarrolló hacia el entendimiento conceptual de lo que debe ser considerado como intuición o no, ambos llegaron a un acuerdo, los expertos pueden tomar decisiones intuitivas cuando su ambiente es regular y las consecuencias de sus decisiones son próximas, pero cuando las decisiones implican atravesar un largo periodo de tiempo éstas decisiones no pueden considerar todos los posibles eventos que puedan presentarse.

Se pensó en el ajedrez como una tarea que permite conocer si las elecciones de los participantes son buenas o malas, de manera imparcial y con gran precisión. Los estudios con ajedrez no son nuevos en psicología y desde el estudio realizado por Alfred Binet (1894) es utilizado como una herramienta que permite comprender diversos procesos cognitivos humanos (ver figura 1).

El sistema de clasificación ELO, es un sistema de puntuación que es utilizado por la Federación Internacional de Ajedrez (FIDE) y la Federación Nacional de Ajedrez de México (FENAMAC) para asignar una valoración para cada jugador que aumenta o decrece en relación a los juegos ganados o perdidos únicamente en competencias oficiales, llamado así en honor del físico y matemático Arpad Elo que permite estimar cuantitativamente la habilidad de un ajedrecista.

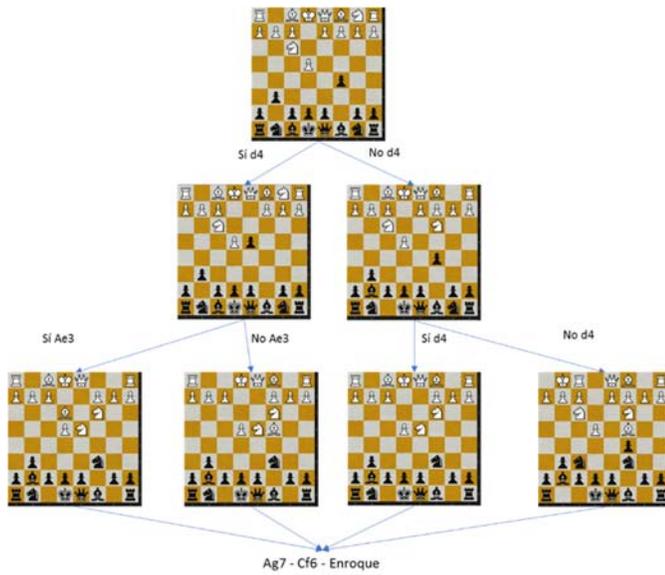


Figura 1. Representación de un diagrama de árbol con la idea de llegar a una posición en la apertura tomando en cuenta las diferentes opciones que se pueden presentar. Como se menciona en *Skill in Chess*, Simon & Chase (1973), en lugar de calcular todas las opciones las jugadas son elegidas a partir de ideas generales que simplifican el proceso de elección.

SISTEMAS DE ELECCIÓN

1. Sistema Racional

El estudio de las elecciones racionales es comprendido actualmente como la visión normativa de elección, lo cual quiere decir que es un método más viable para arribar a una solución exitosa de algún problema o situación y es visto como una serie de pasos que podemos seguir para explicar este proceso:

1) Definir el problema, 2) Identificar los criterios más importantes, 3) Considerar todas las soluciones posibles, 4) Calcular las consecuencias de esas soluciones y 5) Elegir la mejor opción. Si lo consideramos, esto resulta lógico y podríamos imaginar que nuestras probabilidades de éxito aumentan considerablemente si nos guiamos por estas pautas.

La metodología para tomar decisiones desde esta perspectiva surgió a partir de los principios lógicos o axiomas que se popularizaron en los estudios con humanos para diferenciar lo que haríamos nosotros y lo que haría un algoritmo para decidir. Daniel Kahneman popularizó muchos de sus estudios que demostraron la incongruencia que cometemos al elegir o generar juicios. El dilema de la enfermedad de Asia (Allais, 1953) es un claro ejemplo de lo anterior; imagine que hay un brote de una enfermedad proveniente de alguna parte del continente asiático y usted como líder del sistema de salud de la nación debe tomar medidas para controlar la situación; En este momento hay 600 casos confirmados con la enfermedad y cuenta con 2 cursos de acción: 1.- Administrar una inyección experimental (A) que salvaría aproximadamente un tercio de los infectados. 2.- O administrar una inyección (B) donde con 1/3 de probabilidad se salvarían los 600 infectados, pero con 2/3 de probabilidad de que muera la misma cantidad de infectados. En este momento queda muy

claro que escogeríamos la opción número 1. Ahora imagine que otro país reportan el mismo número de infectados y proporcionan las siguientes opciones: 1.- Implementar un fármaco (A) que no podrá salvar a dos tercios de los infectados. 2.- Administrar un fármaco (B) de prueba que con $1/3$ de probabilidad se salvarían los 600 infectados, pero con $2/3$ de probabilidad de que muera la misma cantidad de infectados. Aquí surge algo extraño, y es que las personas en el primer país escogen con más preferencia el fármaco A, mientras que en el segundo optan en su mayoría por el fármaco B a pesar de ser esencialmente la misma información enmarcada en contextos diferentes y la opción A es la más segura y viable. La conclusión a la que llegaron Kahneman y Tversky (1981) fue que somos influenciados por la presentación de la información, si una opción nos parece negativa asumiremos elecciones riesgosas y si son positivas jugaremos a lo seguro y por lo tanto nuestras elecciones dependerán de cómo se nos presente la información. Además de generar la duda sobre la precisión de los juicios que es bastante sesgada por diversos factores ajenos a nuestras capacidades otro tipo de estudios deliberadamente puso una incógnita en la palabra expertos. Philip Tetlock describe en su libro *Expert Political Judgment: How Good Is It? How We Can Know?* (2006), un estudio en el que le pidió a periodistas, que se dedican a escribir columnas en los periódicos y revistas más importantes a nivel internacional, dieran un juicio a largo plazo sobre algunas de las problemáticas actuales como, por ejemplo, las relaciones comerciales entre China y los Estados Unidos y en contraparte esas mismas preguntas se las hizo a personas que desconocen mucha de esa información. El desenlace del estudio nos hace reflexionar sobre la importancia de no asumir verdades absolutas y sobre todo tener en cuenta la presencia del caos y la imposibilidad de ser precisos en las evaluaciones más simples ya que los periodistas no acertaron más que las personas que no conocen mucho sobre esos mismos temas que dominan y la gran cantidad de información que manejan en su trabajo no

tuvo algún efecto visible. Entonces, ¿cuál fue el fallo y porque menos información puede ser mejor?

Barry Schwartz es un psicólogo y economista conductual, en su libro *The Paradox of Choice* (2004) describe como nos facilita tomar una decisión cuando la cantidad de información es menos. Uno de los estudios es el de la promoción y venta de mermelada en el cual, a un grupo de personas, grupo A, mientras realizan sus compras rutinarias en el centro comercial se les presenta una gran cantidad de mermeladas de distintas marcas, sabores y consistencias para su deguste en espera de convencer a más de uno de llevarse alguna de las mermeladas. Para un segundo grupo de personas, grupo B, se les muestran menos opciones de mermeladas. De nuevo y en contra del sentido común, el grupo de personas A, que vieron y probaron una mayor variedad de mermeladas, no compraron tantas mermeladas como las personas del grupo B que, aunque tuvieron menos exposición a mermeladas decidieron comprar en mayor proporción que el otro grupo. Esto es un factor importante pues en los principios de elección racional o económica se asume siempre que mientras mayor sea la cantidad de información, mejores serán nuestras elecciones y en oposición a esto, las personas con mayor información decidieron no elegir.

2. Sistema Intuitivo.

Durante los últimos años hemos sido testigos de cómo los mejores deportistas de la historia (a la fecha) han roto cientos de récords en sus respectivas disciplinas y al contemplar sus hazañas podemos reconocer un factor importante, la práctica. Es natural pensar que esas habilidades no surgieron por generación espontánea y de hecho el denominador común que tienen todos estos atletas es precisamente el tiempo que dedicaron a perfeccionar sus habilidades, por lo tanto la pregunta obligada es, cómo la práctica consiguió modificar la manera en que toman decisiones, se trata de un sistema de aprendizaje basado en el constante reforzamiento del ambiente (Estimulo-respuesta-contingencia) o hay *algo más* que está involucrado en el proceso de tomar decisiones y es que en el mismo están relacionados otros procesos como la Memoria (corto-largo plazo) Atención, Percepción y Aprendizaje que se relacionan armónicamente en las situaciones simples y complejas de nuestra vida. Intentar atribuir un fenómeno complejo a una serie de procesos aún más complejos puede que no nos lleve a ninguna parte, pero podemos construir una explicación muy detallada del proceso a través de diferentes perspectivas.

Gary Klein es uno de los psicólogos que más ha estudiado el papel de la experiencia en la toma de decisiones y los estudios que ha realizado se concentran en describir cómo sucede este complejo proceso en situaciones reales. Uno de los mismos fue hecho con un equipo de bomberos, a quienes siguió en sus tareas diarias y procuró realizar reportes muy detallados. Lo que llamó su atención fue que los bomberos no invierten tiempo en decidir qué curso de acción tomar en los incendios, su conducta está guiada por primeras impresiones sobre las situaciones en las que están inmersos. Pero, ¿en qué radica que ellos puedan tener

éxito y cualquier otra persona al enfrentar ese tipo de problemas no lo tenga? Klein ha introducido modelos que puedan explicar porque las personas toman buenas decisiones a partir de la experiencia, en *Naturalistic Decision Making* (1993) argumenta que en contextos reales las personas toman mejores decisiones a partir de la información que tienen presente en su memoria, sea por la importancia o la frecuencia con que están expuestos a la misma.

Aunque podemos argumentar que las mejores decisiones puedan estar guiadas por un mecanismo de reconocimiento de patrones e información que abstraemos del entorno y facilita la elección, se abren nuevas interrogantes. Si el aprendizaje es acumulativo, por tal motivo podríamos esperar que las personas que han tenido mayor experiencia puedan también tener un vasto almacén de información del cual se sirven para tomar decisiones rápidas y precisas que sus similares menos experimentados. Contrario a lo que podamos pensar sobre esto, un estudio realizado por Adriaan de Groot psicólogo y ajedrecista profesional, *Thought and Choice in Chess* (1965), se tuvo la participación de jugadores profesionales de diferentes niveles de competencia, Maestros Internacionales, Grandes Maestros, Campeones Nacionales e Internacionales a quienes se les pidió que describieran los cursos de acción y elegir la que consideraran como la mejor jugada a diferentes situaciones de ajedrez donde existían muchas opciones. El resultado de este estudio fue un mejor desempeño por parte de los ajedrecistas con más experiencia y nivel de juego al escoger las mejores opciones en contraste con quienes no lo eran. Sin embargo, los participantes sin excepción describieron todas las posibles opciones para las posiciones quedando la pregunta de si todos analizaron las mismas opciones, qué hicieron diferente los ajedrecistas con más experiencia para escoger la mejor jugada.

Herbert Simon desde la década de los 50's comenzó a estudiar los procesos cognitivos humanos y sus trabajos se enfocaron en describir su funcionamiento. Su contribución a este estudio fue el concepto de Racionalidad Limitada, a partir de la cual fundamentó que las personas no somos ordenadores que analizan y memorizan cantidades exorbitantes de información, más bien debido a estas limitaciones el procesamiento de información debe ser simple. Uno de sus estudios fue realizado con ajedrecistas (Simon & Gobet, 2000), el cual tuvo por objetivo identificar los procesos cognitivos que surgen al jugar al ajedrez, tales como memoria, atención y percepción. En este trabajo presentó posiciones de ajedrez durante 5 segundos a ajedrecistas para que a continuación repitieran la configuración que habían visto. De nueva cuenta, el papel de la experiencia quedó evidenciado en la tarea pues los jugadores con más experiencia cometieron menos errores al configurar la posición. Simon introduce el concepto de los Heurísticos, considerando las limitaciones y la cantidad de información que las personas deben de analizar, supuso que debían de existir reglas simples que les permitieran obtener resultados satisfactorios de manera que el aprendizaje nos brinda información que se almacena, recupera y compara con la información nueva.

Gerd Gigerenzer ha planteado realizar más estudios sobre heurísticos para entender en qué radica su uso, funcionamiento y ventajas en oposición a modelos normativos de elección. A pesar de que se desconocen varias características fundamentales de los heurísticos, ha podido corroborar que, en efecto, la cantidad de información podría ser irrelevante para tener más precisión en la predicción o evaluación de algún problema o situación (Ver figura 2). En un experimento realizado por Rieskamp y Dieckmann (2007) se le pidió a un grupo de participantes que buscaran información para tomar una decisión y posteriormente recibieron retroalimentación sobre la precisión de sus elecciones, a un

segundo grupo de participantes no se les dio esta retroalimentación por lo que sus elecciones fueron hechas a ciegas. Durante varios ensayos todos los participantes buscaron información y cuando consideraran tener la necesaria, elegían. Lo que encontraron fue que a pesar de no recibir una retroalimentación sobre la precisión o desaciertos de sus elecciones el grupo sin retroalimentación fue mejorando en sus elecciones tanto como el grupo de participantes que continuamente se les corrigió. Este dato es suficiente para pensar que los heurísticos como estrategias de búsqueda de información pueden generar un *auto-ajuste* en la elección al tener cierta regularidad con la misma. Lo que hace de los heurísticos rápidos y precisos en comparación con otros métodos es el proceso de búsqueda de información pues sencillamente descarta información redundante o imprecisa y de no encontrar pistas discriminativas en nuestra búsqueda suele presentarse una elección azarosa como último recurso (Goldstein & Gigerenzer, 2002). Es increíble el parecido con que se describe actualmente a los heurísticos con el esbozo que realizó Claude Shannon (1950) del que surgirían los primeros programas de ajedrez; 1) Reglas de Búsqueda, 2) Reglas de Detención y 3) Reglas de Comparación y Deliberación. El estudio de estas reglas simples podría llevarnos a responder a cuestiones más básicas como de qué manera está representada la información en la mente.

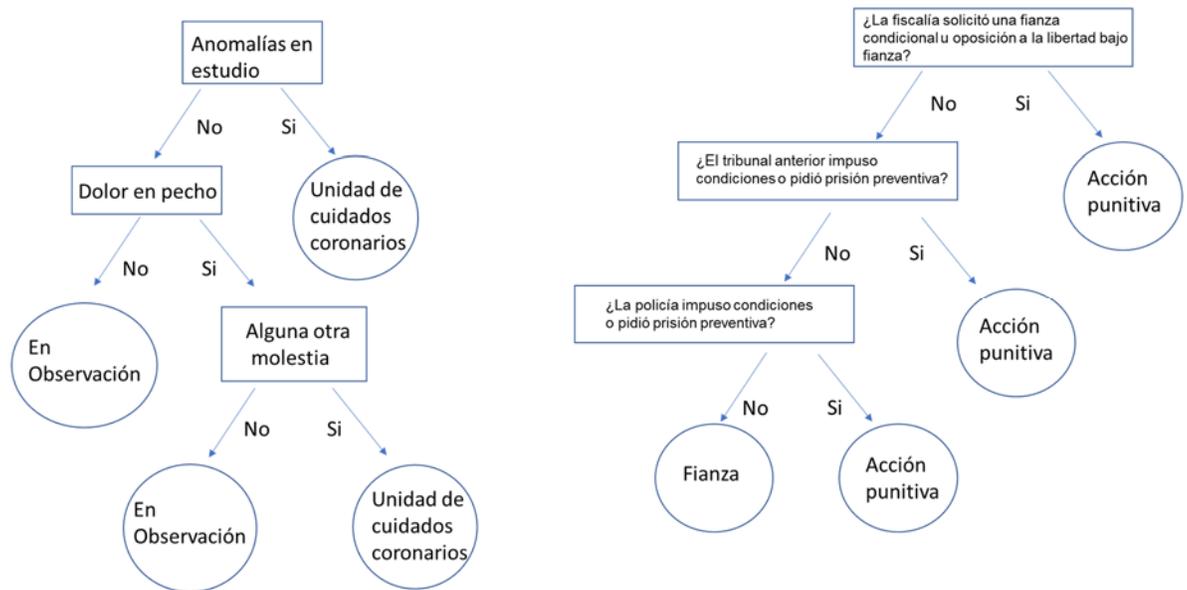


Figura 2. Esquema de diagrama de árbol que representa la simpleza de elegir cursos de acción tanto en atención médica (izquierda) y el proceso para enjuiciar a personas con reincidencia (derecha). Tomado de *Heuristic Decision Making* (Gigerenzer & Gaissmaier, 2011).

En las revisiones que hacen autores como Malcolm Gladwell o Jonah Lehrer sobre la toma de decisiones ofrecen explicaciones no solo en términos del procesamiento de la información y el papel que juega la disposición de la misma en el ambiente, también ofrecen una explicación en función de lo que sucede, generalmente, en nuestro cuerpo. Esto concibió una pregunta a la que vale la pena abordar con mayor énfasis para comprender mejor un fenómeno, tal y como propone Peter Killeen en su artículo *Las Cuatro Causas de la Conducta* (2001) donde retoma la tesis de Aristóteles y argumenta que para tener una mejor explicación de algún fenómeno podemos abordarlo desde diferentes perspectivas que en conjunto puedan mejorar la comprensión. Siguiendo la misma lógica en el estudio de la toma de decisiones los estudios realizados en cognición (Modelos Formales) nos permiten comprobar que en la toma de decisiones hay procesamientos de la información que resultan ser vitales para que se lleve a cabo. Los estudios realizados en neurociencias (Modelos Materiales) se concentran

en definir qué estructuras cerebrales, sustancias o neuronas específicas tienen un rol importante en todo momento. Existen posturas en otras áreas de estudios donde los procesos biológicos que se llevan a cabo deben tener una función importante en todo el mecanismo de decisión. Dave Grossman es un autor americano cuyas publicaciones se han convertido en principales libros de estudio en escuelas de policía y academias militares por ser un gran referente en la preparación de oficiales. *On Combat: The Psychology and Physiology of Deadly Conflict in War and in Peace (2004)* es una de las principales publicaciones de Grossman, y describe lo que sucede cuando un individuo se encuentra en un enfrentamiento armado, diferente a lo que solemos ver en películas y series de acción, pueden presentarse situaciones donde los involucrados tengan tanto estrés que les es difícil actuar. Lo que propone el autor es crear conciencia sobre la necesidad de la práctica para evitar calamidades u operaciones desastrosas. De esta forma se plantea la pregunta sobre qué es lo que sucede en el cuerpo de un individuo que pretende tomar una decisión rápida y precisa. ¿Qué sucede en esos minutos y segundos críticos previos a la elección?

HIPÓTESIS DEL MARCADOR SOMÁTICO.

Distintos autores (Darwin, 1872; en Damasio, 1994; Ekman, 2010; Leone & Sigman, 2012) han descrito una estrecha relación de los procesos biológicos y los diversos estados mentales en la vida cotidiana. Entre sus argumentos han intentado evidenciar que las reacciones viscerales puedan tener una estrecha relación con procesos de elección. Esta perspectiva, conocida popularmente como inteligencia emocional (Gladwell, 2005), asume que la naturaleza de estos cambios fisiológicos tiene que ver con momentos críticos de elección donde el reconocimiento de patrones es facilitado no solo por la experiencia sino por procesos biológicos que subyacen en este proceso y cuya presencia es asociada con una sustancia, área o sustrato neural específico. Adicionalmente, es importante el justificar el estudio de procesos biológicos por su carácter adaptativo e incluso universal, así como las diferentes aplicaciones que otorga (Ledoux, 2012).

La emoción tiene un componente periférico (el cuerpo) y uno central (la representación de conjunto de cambios corporales) en el sistema nervioso. Por lo tanto, las emociones son un conjunto de cambios corporales representados en el cerebro (Damasio, 1997). En estricto sentido, este estudio no pretende relacionar una emoción con un proceso de elección, no obstante, algunas de las consecuencias apreciables anteriormente documentadas del proceso emocional, los *Marcadores Somáticos*, se presentan con regularidad y ello puede permitirnos abordar las emociones (Ver figura 3). La hipótesis de los *Marcadores Somáticos* sugiere que cada opción conductual es asociada con una respuesta somática inconsciente, incluyendo respuestas neuronales, evocadas por consecuencias previas (Suzuki, Hirota, Takasawa & Shigemasu, 2003). La respuesta somática asociada, o *Marcador Somático*, es activado por el reconocimiento de una opción y su consecuencia

negativa o positiva. Esta asociación entre las consecuencias negativas o positivas (reforzamiento o castigo) está relacionado con el funcionamiento de la corteza prefrontal-ventromedial (CPFVM) y la amígdala. En caso de existir una lesión en alguna de estas estructuras las respuestas fisiológicas y la asociación entre el cuerpo con las consecuencias no se presentan (Bechara et al. 1997).

Existen dos maneras de relacionar al cerebro con el cuerpo (Damasio, 1994). La primera es a través del sistema nervioso que recorre todo el cuerpo y manda señales eléctricas que mantienen al cerebro informado de los cambios ambientales y corporales. La segunda es por el sistema cardiovascular, pues además de estar presente en la totalidad del cuerpo es por esta vía que el cerebro puede enviar señales en forma de neurotransmisores, hormonas y algunos péptidos que tienen efectos directos en las funciones biológicas primarias. La frecuencia cardíaca, por ejemplo, es un marcador muy amplio que integra una gran cantidad de variables fisiológicas con la cual es capaz de indexar información de ciertos episodios durante la solución de un problema y la reacción ante el ambiente. Una posibilidad es que la carga de pensamiento racional provoque aumentos transitorios en la frecuencia cardíaca, algo que ha sido previamente descrito en otros modelos (Leone & Sigman, 2012). La hipótesis del *Marcador Somático*, afirma que las emociones marcan el conocimiento de las situaciones y eventos pasados, sosteniendo que existe un aprendizaje basado en las emociones, que en situaciones nuevas y rutinarias las emociones sirven como el timbre de una alarma, cuando es el caso de un marcador somático negativo se yuxtapone a un determinado resultado futuro (Damasio, 1994). Damasio señala que no hay necesidad de que los *Marcadores Somáticos* operen de manera consciente; P.e. cuando el marcador somático no involucra a sistemas subcorticales como la corteza insular, sino el sistema dopaminérgico mesolímbico (Naqvi, Shiv & Bechara, 2006).

Un estudio relevante en los últimos años sobre los juicios y la toma de decisiones abordando el ajedrez como ambiente de investigación fue el realizado por Juliana Leone et. al. (2012) quienes mostraron con ajedrecistas expertos que su frecuencia cardiaca incrementó cuando cometieron errores mientras jugaban, esto les permitió inferir que a pesar de ser una actividad que demanda recursos cognitivos, podían indexar estos cambios fisiológicos con eventos durante el juego como hacer planes, calcular, ganar o perder, revelando información sobre el proceso de pensar incluyendo características tan sutiles como las emociones. Los autores proponen estudiar con detalle que el resultado de una decisión se revela en la velocidad de los latidos de nuestro corazón. Los cambios somáticos, ¿indican si decidirán bien o mal los jugadores? La frecuencia cardíaca de una persona, ¿informa sobre si está calculando, generando un plan? Las decisiones se basan en intuiciones, heurísticas relacionadas con marcadores somáticos (Leone, et al., 2012; Damasio, 1994) o corazonadas. Antonio Damasio discutió la hipótesis sobre marcadores somáticos, los cuales cree que son relevantes para entender el proceso de razonamiento y toma de decisiones humana. La CPFVM es importante en operaciones racionales y la idea clave en su hipótesis es que los marcadores somáticos influyen en los procesos de Estimulo-Respuesta, en múltiples niveles de operaciones, y requieren un proceso bio - regulatorio que se presenta en emociones y sentimientos. Por esta razón los marcadores somáticos se refieren a una estructura cuerpo-estado y la regulación incluso cuando no surgen del cuerpo, sino en la representación mental del mismo. Los marcadores somáticos organizan las acciones en virtud de los resultados futuros que son marcados con valencias positivas o negativas, para enfocar la atención sobre estímulos relevantes y permitir también la elaboración de secuencias de acciones novedosas, conforme a la demanda del contexto y soportar con todo esto un aprendizaje basado en las emociones.

La hipótesis rechaza los intentos de limitar el razonamiento humano y la toma de decisiones a los mecanismos que dependen del razonamiento de manera exclusiva. (Damasio, 1996).

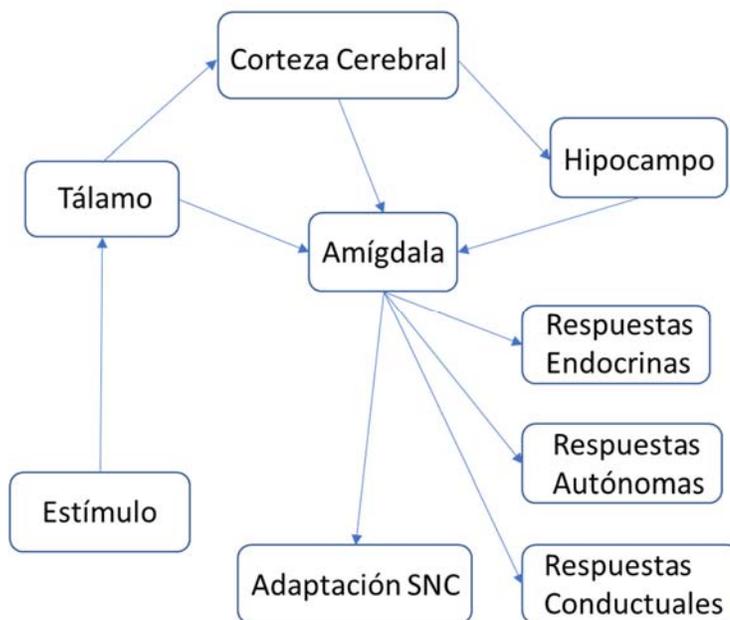


Figura 3. Esquema que representa la dispersión de las señales provenientes de todo el cuerpo y su proyección en áreas cerebrales específicas. Adaptado de *Descartes's error; emotion, reason and the human brain*. (Damasio, 1994).

La toma de decisiones en situaciones inciertas como las que comúnmente se presentan en la vida, desborda la labor de las funciones ejecutivas, que necesitan de los marcadores somáticos para agregarle un valor a los resultados futuros que deben ser *sentidos* con el objetivo de poder ejecutar una secuencia de acciones eficaces, adaptativas y aceptadas socialmente, o conceptualmente; donde se pueda establecer la naturaleza de la tarea y estar seguro de la estrategia ventajosa.

Podríamos asumir que gran parte de nuestro pensamiento está siendo guiado por mecanismos emocionales más que por procesos de deliberación racional. Imagine que una

determinada situación, objeto, persona u animal tiene efectos directos en nuestra conducta y nosotros podemos actuar de distintas maneras ante esta situación. Pero si ya hemos tenido una experiencia directa con una situación, al aprender de ésta nuestras funciones fisiológicas podrían reaccionar antes de presentarse una consecuencia negativa o positiva.

Para intentar describir mejor lo que sucede en esos minutos y segundos críticos previos a tomar decisiones puede que no solo tengamos que introducirnos en los procesos cognitivos con los que se analiza y evalúa una situación sino tener en cuenta que algunas respuestas biológicas que puedan tener un contenido emocional y que de ninguna manera podríamos asumir como negativo o subóptimo sino como un claro ejemplo de la complejidad del diseño con el que contamos para tomar decisiones pues resultan de un mecanismo altamente adaptado. A pesar de las avanzadas herramientas con que se estudian estos sistemas biológicos aún vale la pena preguntarse si en realidad *corremos porque tenemos miedo, o primero reflexionamos sobre aquello que nos aterra y después corremos.*

PROPUESTA EXPERIMENTAL

1. Objetivos.

El objetivo general de este estudio exploratorio es realizar una descripción y comparación de la elección de ajedrecistas con diferentes niveles de experiencia en función de la precisión y rapidez con la que deciden en posiciones y problemas de ajedrez.

1) Analizar tiempos de reacción al resolver los problemas.

2) Analizar la exactitud de la respuesta con los programas de ajedrez *Stockfish* y *Fritz* con respecto a las posiciones de ajedrez.

Adicionalmente, con un registro fisiológico de temperatura se intentará comprobar la hipótesis del *Marcador Somático* al analizar únicamente las modificaciones en las posiciones y problemas de ajedrez que se repitieron durante la tarea, lo cual proporcione nuevas perspectivas sobre la comprensión de la toma de decisiones.

A) Analizar temperatura corporal (frente, nariz y frente).

B) Vincular los cambios con la ejecución de las respuestas en el momento que se ejecutaron.

2. Hipótesis.

(H1) Se espera que con las restricciones temporales de la tarea los participantes expertos pudieran resolver una mayor cantidad de problemas de ajedrez, así como ofrecer mejores opciones en las situaciones de ajedrez en comparación con el grupo de novatos. También nos enfocaremos en analizar las ejecuciones rápidas y precisas por parte de los expertos que pueda justificarse con la propuesta de Heurísticos.

(H2) En el registro fisiológico también se pretende notar cambios homeostáticos especialmente en las posiciones y problemas de ajedrez que se repiten y comprobar que la temperatura es un marcador somático válido que surge como resultado de la anticipación de consecuencias positivas o negativas como producto de la experiencia sobre los mismos.

MÉTODO EXPERIMENTAL

1. Participantes.

Se requirió la participación de 10 ajedrecistas de diferentes niveles de juego. El criterio de discriminación fue el puntaje de Rating o ELO, que es un parámetro fijo y esta valoración numérica es obtenida individualmente en relación a las victorias o derrotas que acumule un ajedrecista en torneos oficiales de ajedrez organizados por la Federación Internacional de Ajedrez (FIDE) o la Federación Nacional de Ajedrez de México (FENAMAC). Se diferenció a un ajedrecista experto aquel que tuviera más de 1900pts, considerado como jugador clase A y en adelante como profesionales, mientras los jugadores novatos fueron aquellos que tuvieran menos de 1800pts considerado como jugadores clase B y C (Ver figura 4).

No se tuvo en consideración ninguna otra clase de factor como edad o nivel socioeconómico dado que la edad no se relaciona directamente con las habilidades de un ajedrecista.

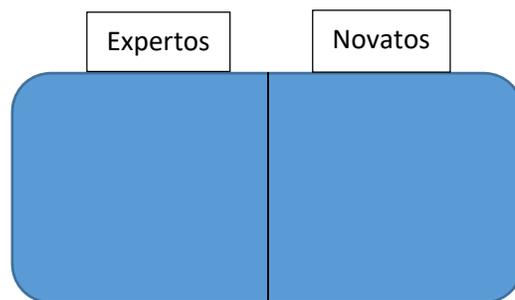


Figura 4. Representación de la muestra de ajedrecistas que participaron en el estudio. Para confirmar sus ratings se hizo una búsqueda de los mismos en las bases de datos oficiales de la FIDE y la FENAMAC.

2. Instrumentación

El programa Java sirvió de plataforma para diseñar la tarea de ajedrez en lenguaje C++ la cual se aplica en un ordenador Sony VAIO Tap 20 con sistema operativo Windows 10 (64 bit) con un procesador Dual-Core Ivy Bridge 1.7 GHz Intel® Core™ i5-3317U con RAM de 4 GB que cuenta con una pantalla LED táctil de 20”.

Para la medición de temperatura se empleó un equipo desarrollado en la UNAM por López Mercado (2017) en el programa de servicio social *Implementación de interface para registros experimentales y señales biológicas* bajo la supervisión del Dr. Oscar Zamora Arévalo. López Mercado, J. L. (2018). Implementación de interfaz para registros experimentales con fotopletismógrafo y termómetros (Trabajo de titulación en licenciatura, inédita). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. Se hizo uso del programa MatLab 2015a en una laptop DELL modelo Inspiron 5520, con sistema operativo Windows 8.1 Pro de 64 bits, procesador Intel® Core™ i7-3612QM CPU a 2.10 GHz x64 y Memoria RAM instalada de 8GB. En este equipo se implementó la tarjeta de Arduino Due, utilizada como tarjeta de adquisición de datos ubicada dentro del módulo y por esa razón no es visible. Los sensores de temperatura tienen un circuito integrado de precisión LM35DZ de la marca *National Semiconductor* que proporciona una salida de voltaje lineal proporcional a la temperatura y que requiere un circuito amortiguador Resistencia-Capacitor.

Para realizar el análisis de las jugadas hechas por los participantes con respecto a una posición de ajedrez se utilizaron los programas *Fritz 12* y *Stockfish 8*. Estos programas generan un análisis preciso de una situación de ajedrez representándolo como una valoración numérica y su función depende de una base de datos a la que acceden para obtener la

información de situaciones similares y escoger la opción que tuvo más éxito de acuerdo al resultado final. De esta manera los programas eligen siempre las mejores jugadas anticipando las mejores respuestas que pueda ofrecer su oponente.

Stockfish 8.0 CCRL (Chess Computer Rating Lists) 40/4, Reflexión; Libro general (más de 12 movimientos), 3-4-5 piezas EGTB (Tabla base de finales de ajedrez). Control de tiempo: Equivalente a 40 movimientos en 4 minutos en Athlon 64 X2 4600+ (2.4 GHz), cerca de 1.5 minutos en una Intel CPU moderna.

Fritz 12 in CCRL (Chess Computer Rating List) 40/40, Reflexión; Libro general (más de 12 movimientos), 3-4-5 piezas EGTB (Tabla base de finales de ajedrez). Control de tiempo: Equivalente a 40 movimientos en 4 minutos en Athlon 64 X2 4600+ (2.4 GHz), cerca de 15 minutos en una Intel CPU moderna.

La facilidad que brindan estos programas es la rapidez que tienen para poder encontrar la mejor jugada a una situación determinada además de generar una valoración numérica que refleja la situación actual de la posición, esta valoración es un cálculo que realiza rápidamente el programa teniendo en cuenta variables como; la cantidad de piezas en el tablero, si son homogéneas o algún bando tiene más, además de comparar la seguridad de ambos reyes, ventaja posicional, debilidades en estructuras de peones y que bando puede generar un ataque victorioso en el menor número de jugadas. Con todo lo anterior, si la valoración es un número más positivo que 1 ($>+1$) se traduce como una ventaja por parte del bando blanco, valores más negativos que -1 (<-1) se interpretan como una ventaja para el bando negro, mientras que si los valores oscilan de -.99 a .99 la posición es entendida como una igualdad.

PROCEDIMIENTO

1. Ensayos

Los participantes tendrán dos tipos de posiciones de ajedrez a resolver; 1) Posiciones. Las posiciones comprenden un momento intermedio de una partida, algunas de estas posiciones fueron usadas en el procedimiento de Adriaan de Groot, la idea de usar este tipo de posiciones es que existen diferentes cursos de acción que pueden asumirse, y aun así, existen marcadas diferencias entre la exactitud de cada opción y por tal razón los participantes no recibían una retroalimentación sobre su elección. 2) Problemas. Una de las características es que solamente existe una solución correcta a un problema, es decir una secuencia de jugadas forzadas de entre todas las opciones. Se les usa con fines didácticos y de entrenamiento para ajedrecistas donde se les exige realizar un análisis preciso sobre cuál es la mejor jugada que pueden realizar para poder ganar el juego, una pieza o salvar una posición de una aparente derrota (Ver figura 5). El análisis de los ajedrecistas debe ser realizado en función de la mejor respuesta del bando contrario, generando situaciones de jugadas forzadas donde a partir de una jugada el bando en desventaja solo puede ofrecer una breve resistencia.

El diseño de la tarea emula al realizado por Adriaan de Groot (1965) con grupos mixtos con la variación de que este estudio no tuvo un *método de introspección* (Selz, 1922) sino que los datos fueron almacenados sistemáticamente gracias a la plataforma diseñada. El diseño que presentamos es uno *factorial* con la variación de repetir estímulos entre los participantes para poder realizar comparaciones fisiológicas intra-sujetos de acuerdo a la metodología en estudios de registros fisiológicos.

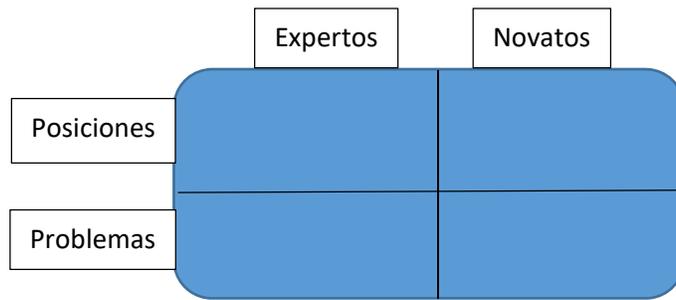


Figura 5. De nuevo se muestra que ambos grupos de ajedrecistas encararon los mismos problemas y posiciones de ajedrez. La dificultad de los problemas fue elevada de acuerdo al libro de ajedrez de Guil Russek *Para Ganar en Ajedrez; Un método de entrenamiento para jugadores de cualquier nivel* (1999).

2. Duraciones

Cada ensayo (Posición o problema) se presentará durante un tiempo límite, ya sean 3 minutos (3') o 45 segundos (45'') de manera aleatoria (Ver figura 6). La finalidad de tener dos condiciones de tiempo es comparar la exactitud de las respuestas en ambos grupos, obligando a los participantes a elegir la mejor jugada según sus análisis. Esta manera de presionar a los participantes para emitir una jugada no debe ser vista como un defecto o artefacto en la elección pues además de ser documentado en varios estudios que la reducción de tiempo es incluso benéfica para el desempeño de los expertos, en situaciones reales, como ejemplo los torneos de ajedrez, los ritmos de juego son incluso más demandantes teniendo solo 1 minuto por jugador para toda la partida y este estudio pretende hacer las condiciones lo más realistas a una situación natural lo cual agrega validez ecológica.

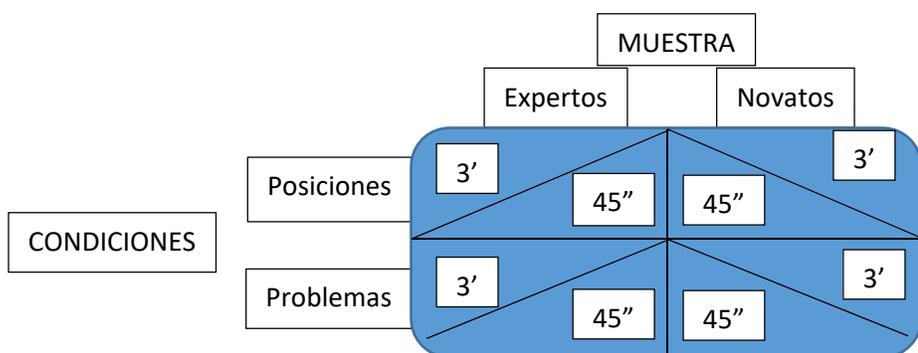


Figura 6. Representación de la muestra de participantes y las condiciones temporales tanto de posiciones como de problemas que tuvieron que solucionar a lo largo de la tarea.

3. Fases

Se propuso el siguiente diseño de grupos para la tarea como una manera viable de realizar comparaciones el programa selecciona *aleatoriamente* dos problemas y posiciones que se repiten a lo largo de las tres fases, con la finalidad de poder comparar las elecciones que realizaron para una misma posición repetida a lo largo de la tarea (Ver figura 7 y 8). Se reitera el interés por conocer que grupo de participantes mejora su rendimiento en las posiciones donde tienen la oportunidad de analizar en repetidas ocasiones.

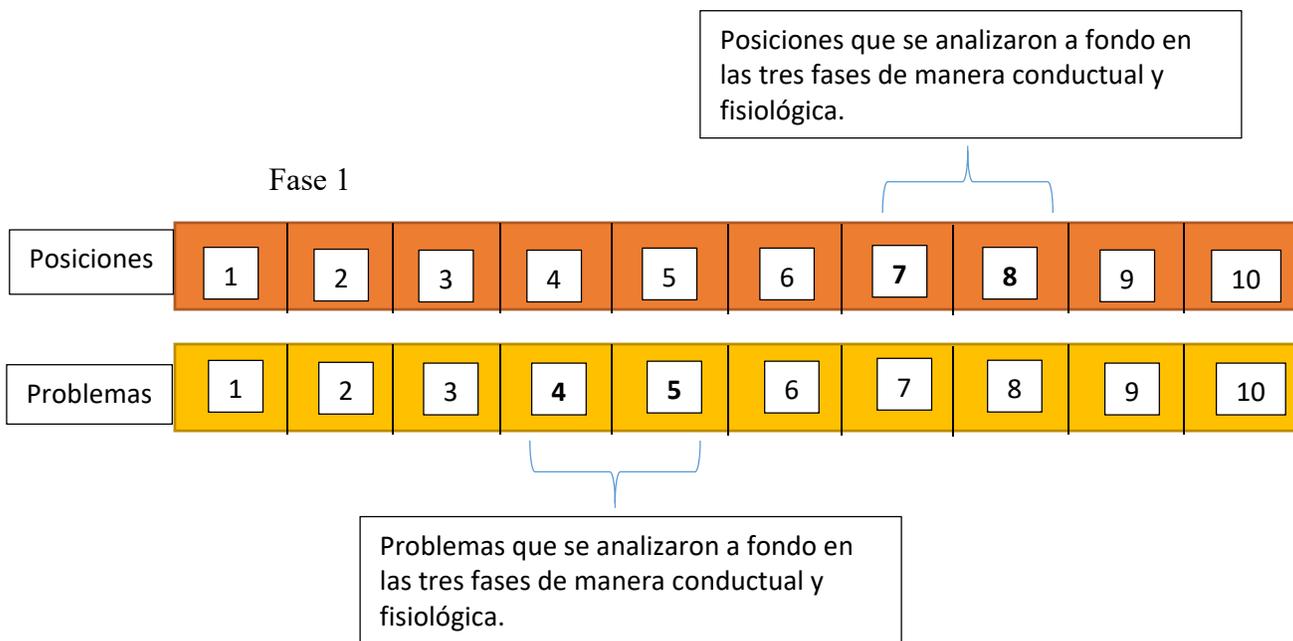


Figura 7. Se puede observar que para la primera fase se presentaron 10 posiciones y problemas. Aleatoriamente el programa seleccionará dos posiciones y problemas que se mostrarán en las dos fases siguientes.

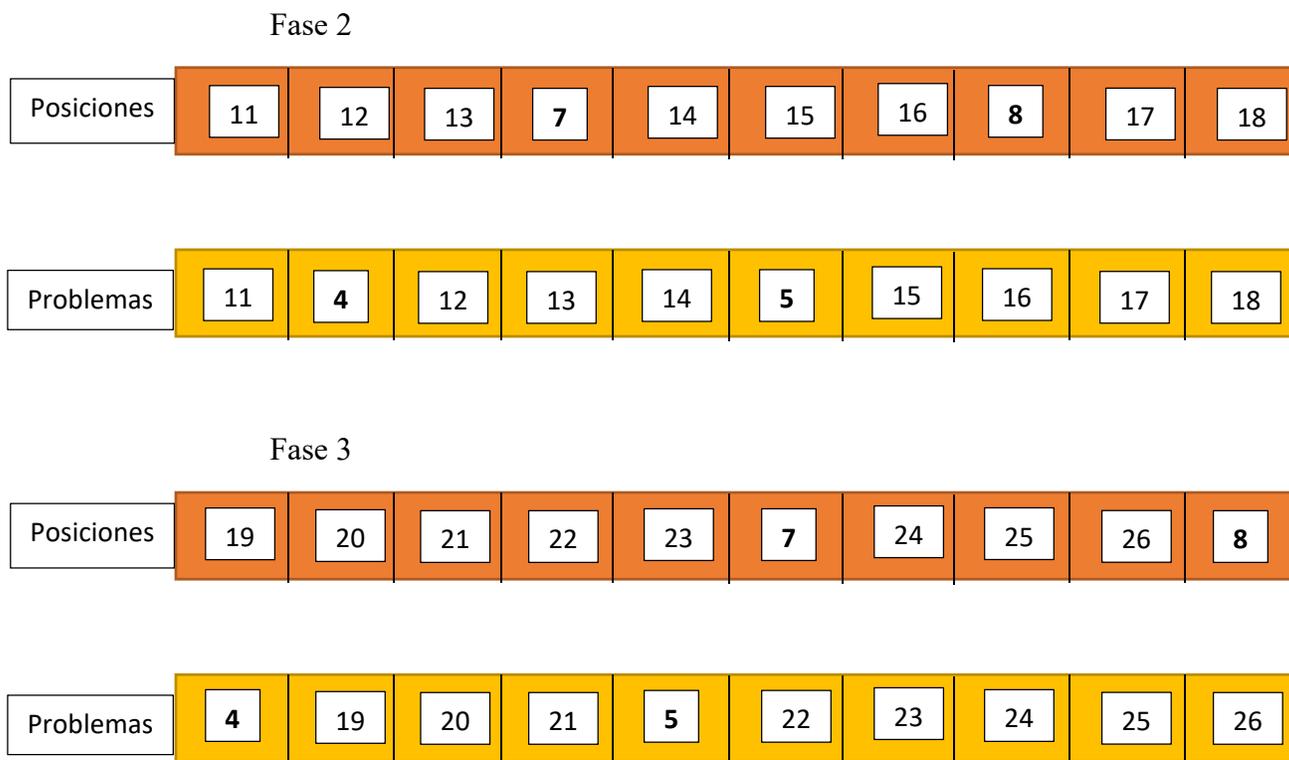


Figura 8. Se muestra como ejemplo que las posiciones 7 y 8 se repitieron en las siguientes fases del estudio al igual que los problemas 4 y 5. El interés del estudio fisiológico estará dirigido a estos ensayos donde se podrán realizar comparaciones.

Adicionalmente se propuso este mismo diseño para poder tener un punto de referencia al realizar el análisis fisiológico ya que realizarlo sin un punto de comparación no podría decirnos mucho acerca de si hay cambios relacionados directamente con un estímulo específico. De esta manera nos aseguramos poder comparar las señales fisiológicas en un momento determinado y posteriormente compararlas con otras de un momento diferente, pero para el mismo estímulo.

4. Procedimiento.

Los participantes se deben apegar a los requisitos usados metodológicamente en estudios de registro fisiológico; no haber consumido café, no haber fumado, ni bebido alcohol o consumido otra sustancia que afecte la motricidad y el juicio previo al estudio. También se les proporcionó un consentimiento informado donde se les explicó en qué consistía la tarea y sus debidas restricciones. Ver Anexo A.

En cuanto a los sensores de temperatura, el primero fue colocado en la frente, el segundo en la nariz y el tercero registró la temperatura del ambiente para cotejar que los cambios no solo sean internos, sino que se pueda detectar una modificación de la temperatura corporal propiciada por factores externos. Se escogieron la frente y la nariz como puntos clave en registros de temperatura y en relación con emociones específicas teniendo como referencia el trabajo de Ioannou, Gallese & Merla. (2014).

Durante el estudio se tomó el registro de línea base por 5 minutos a los participantes, mismo que se comparó con los demás momentos del registro. En el periodo de los ensayos se diferencié el inicio y el final para el registro con el marcador de pulsos. Dichos periodos diferenciados en el registro son los que nos interesó analizar con más detenimiento.

Se les presentó información adicional a los participantes previo al estudio, de tener dudas sobre el mismo podrían pedir información adicional a los organizadores. Ver Anexo B. En cuanto se presentaba la posición o problema de ajedrez la barra de tiempo disminuía a cero y se les mostró en un panel lateral que bando tenía el turno en juego, siendo las únicas pistas que se les brindaron y a partir de ello comenzaba su búsqueda de información.

RESULTADOS

1. Generalidades

En este estudio participaron 10 ajedrecistas diferenciando 5 jugadores expertos y 5 novatos (ver tabla 1 y 2) de acuerdo al rating que poseen jugando en torneos oficiales. A continuación, se presentan las características más representativas de ambos grupos.

	<i>Expertos</i>	<i>Novatos</i>
<i>ELO</i>	2013	1384
<i>EDAD</i>	29.4	22.6
<i>AÑOS DE EXPERIENCIA</i>	15.8	3.4

Tabla 1. Los datos obtenidos corresponden a los promedios de cada grupo. Se puede apreciar una gran diferencia entre los dos grupos.

	<i>Posiciones</i>		<i>Problemas</i>	
	<i>Sin respuesta</i>	<i>Ilegales</i>	<i>Sin respuesta</i>	<i>Correctos</i>
<i>Expertos</i>	5	0	8	10.6
<i>Novatos</i>	17	2	4	4.8

Tabla 2. La tabla muestra los resultados grupales obtenidos en la tarea con una n=5 en cada uno, lo cual deja claro que los participantes con mayor experiencia obtuvieron en promedio mejores resultados. En cuanto a las posiciones solo se presentan las ocasiones en que se les terminó el tiempo a los participantes antes de emitir un juicio.

Argumentamos que el tiempo fue un factor importante al elegir una opción en la tarea pues los ensayos que no tuvieron una respuesta son mayormente aquellos que duran 45 segundos, no obstante, esto contrasta con la solución de problemas (ver figura 9).

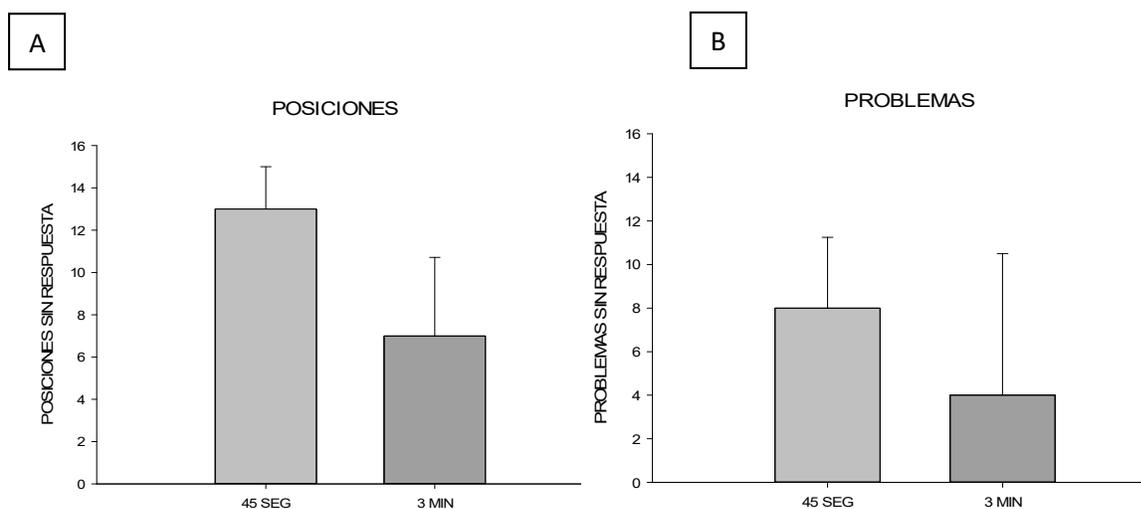


Figura 9. En la gráfica A se muestra la proporción de posiciones que no tuvieron respuesta con respecto al tiempo de duración de los estímulos. En la gráfica B se muestran los problemas que no tuvieron ninguna respuesta, en ambos casos quiere decir que el tiempo que estuvieron disponibles concluyó.

2. Posiciones

Como se mencionó previamente, las posiciones de ajedrez son situaciones de medio juego donde existen varios cursos de acción y a pesar de ello solo algunas pocas opciones son mejores que el resto. Por esta razón los participantes tuvieron que ofrecer una descripción del porqué habían escogido una jugada por sobre las demás. Es importante aclarar que no se les dio retroalimentación sobre sus elecciones

Las posiciones presentadas en el estudio se mostrarán en el Anexo C.

3. Evaluaciones de Posiciones

Una vez que los participantes ejecutaron una jugada para una posición, esta fue insertada en los programas de ajedrez, *Fritz 12* y *Stockfish 8* para tener una valoración precisa e imparcial (ver figura 10). Dado que cada posición es única y no tiene una correspondencia directa con las otras 25, se analizaron cada una de ellas por separado. A continuación, se mostrarán un par de ejemplos y los restantes se mostrarán en Anexo D.

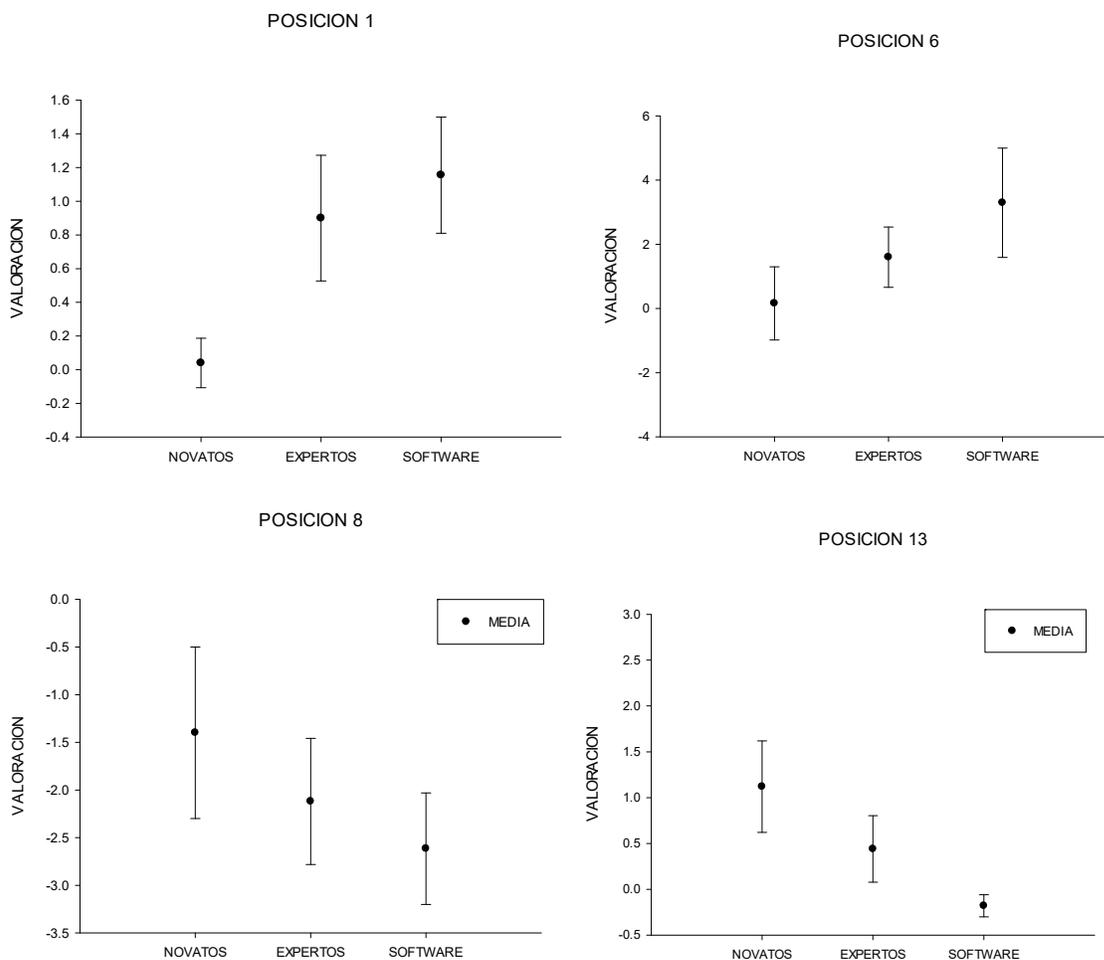


Figura 10. Las gráficas representan las valoraciones realizadas por los programas. Las posiciones 1 y 6 (juegan blancas) son positivas y para posiciones 8 y 13 (juegan negras) y los valores son negativos. A partir de esto se puede comparar con las jugadas de los ajedrecistas con las ofrecidas por los programas.

4. Tiempos de Reacción en Posiciones.

En cuanto al tiempo invertido por los participantes para realizar una elección no hubo una diferencia notoria. Con lo cual no podemos asegurar que los ajedrecistas con más experiencia utilizaron reglas no compensatorias (Heurístico de Reconocimiento – Take the Best) para realizar una elección. A continuación, se mostrarán un par de ejemplos (ver figura 11) y los restantes se mostrarán en Anexo E.

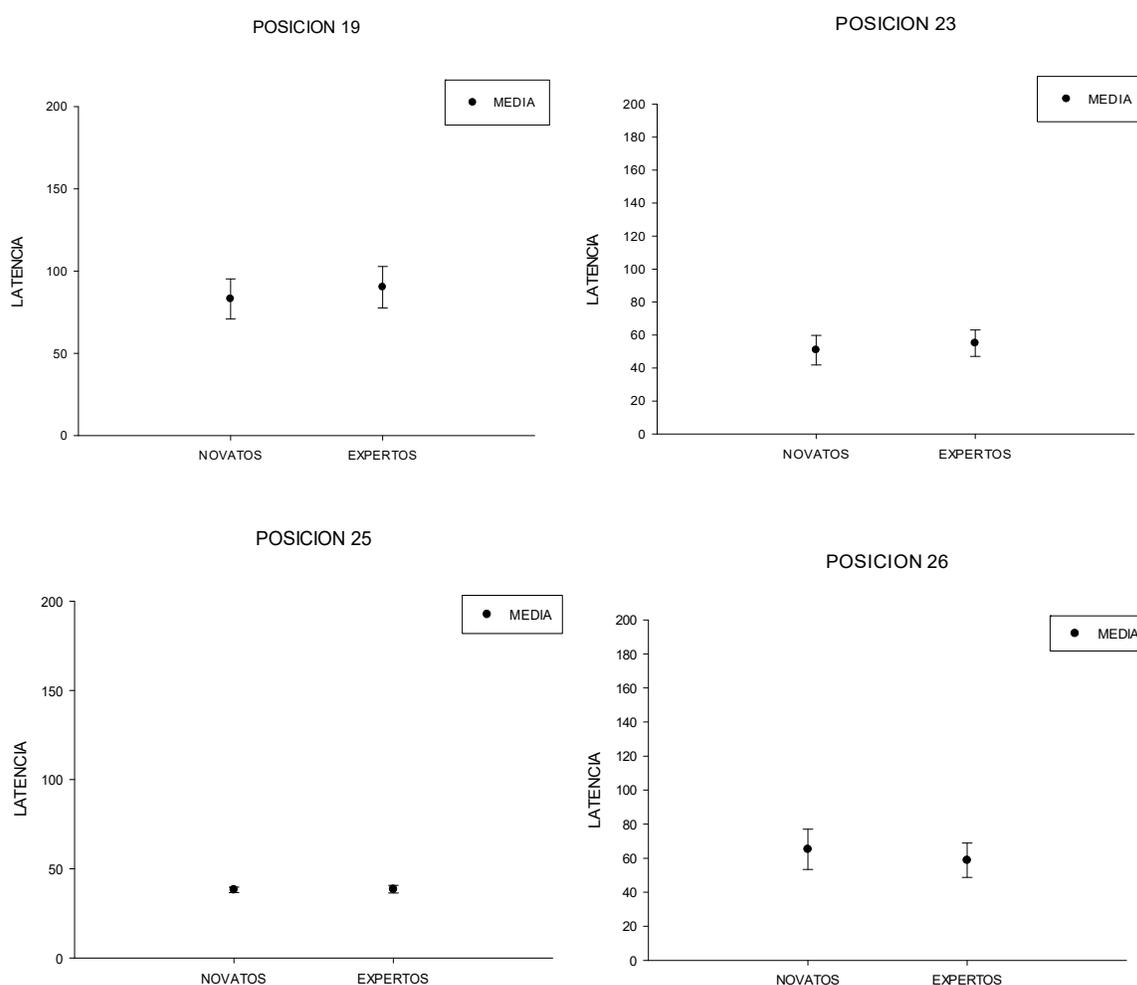


Figura 11. Se muestran las latencias, el tiempo que le tomo a los participantes realizar una jugada, con respecto al grupo de participantes las cuales como se puede apreciar no son sustancialmente diferente, pero si variables entre ambos grupos.

5. Problemas

En esta fase se presentaron situaciones donde solamente existe una jugada o secuencia de movimientos que es mejor que todas las demás jugadas. Con esta lógica se intentó demostrar que los ajedrecistas expertos poseen más información que les ayude a solucionar o encontrar la secuencia de jugadas ganadora. Al igual que con las posiciones, los programas nos ayudaron a corroborar que en efecto cada uno de los problemas tiene una solución correcta o al menos mejor en comparación con otras jugadas (ver figura 12). Se presentarán todos los problemas en Anexo F.

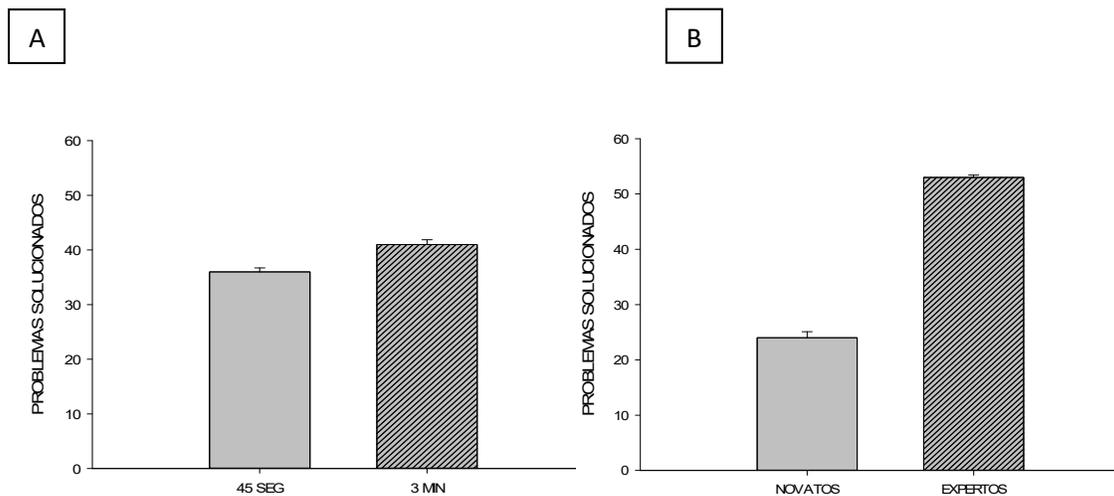


Figura 12. La gráfica A muestra la proporción de problemas solucionados con respecto a la duración de los mismos. La duración del problema parece no ser determinante en la solución del mismo. La gráfica B muestra la proporción de problemas solucionados correctamente en grupo de Novatos y Expertos.

A continuación, se presentan algunos de los casos en la solución de problemas. Solamente se mostrarán los ejemplos más representativos de los tiempos de reacción en ambos grupos pues fue difícil que todos los participantes encontraran la secuencia correcta de jugadas.

6. Latencias de Problemas

A continuación, se muestran los tiempos que tardaron los participantes en dar una jugada dentro de la secuencia correcta (ver figura 13). Cabe mencionar que no todos los participantes pudieron solucionar correctamente los problemas. Las gráficas muestran solamente aquellos problemas que fueron solucionados, las demás representaciones gráficas se exponen en Anexo G.

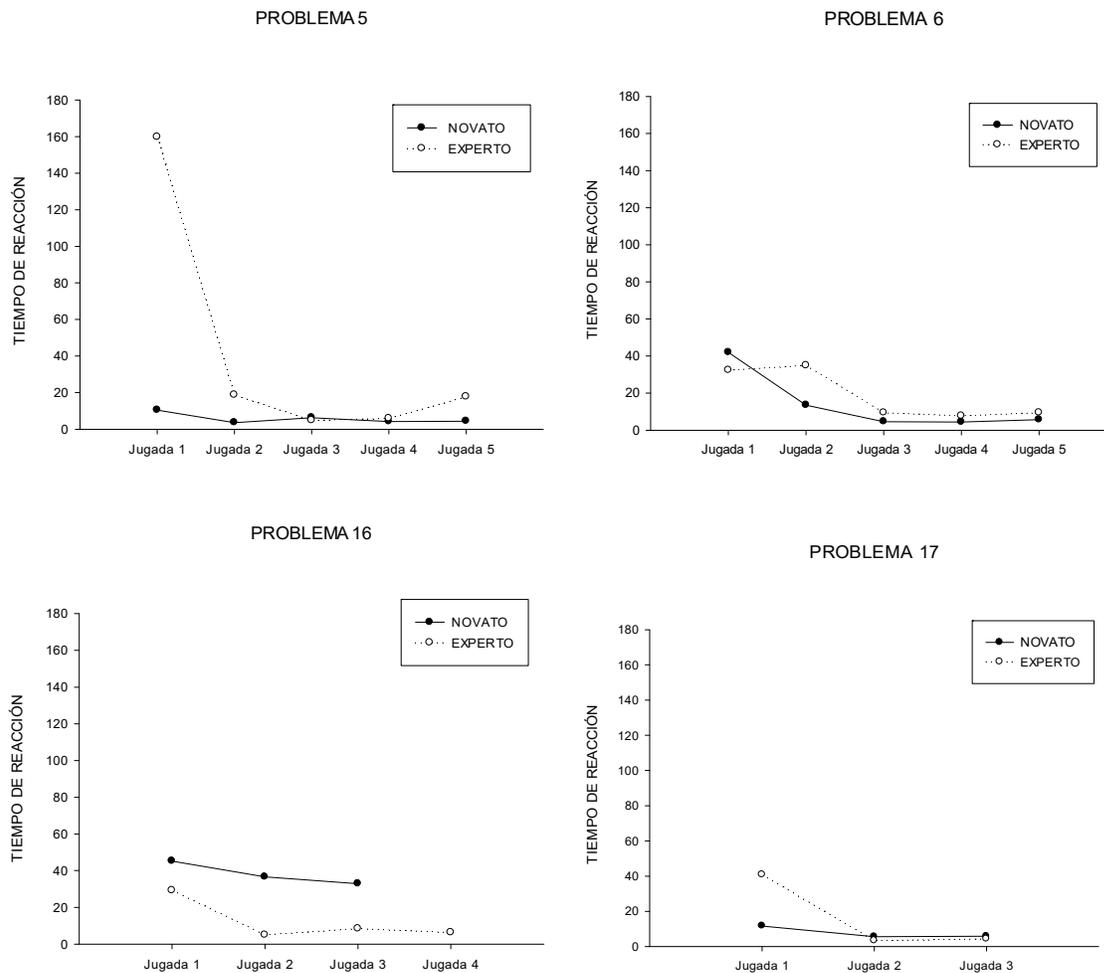


Figura 13. En las gráficas se muestran los movimientos correspondientes a la secuencia correcta y las latencias en segundos. En el problema 16 se puede ver que el participante con menos experiencia no pudo completar el problema correctamente. En general se puede ver que el tiempo de reacción de los participantes con mayor experiencia disminuyó considerablemente una vez que encontraban la primera jugada.

7. Diferencias de Temperatura

De acuerdo a los registros tomados en las zonas de la frente y la nariz se encontraron diferencias en la temperatura de los participantes específicamente en las posiciones y problemas que solucionaron. La mayor variación de temperatura fue detectada en el grupo de expertos en contraste con el grupo de novatos. Adicionalmente se notó un aumento en la temperatura en los problemas que solucionaron correctamente. Cabe mencionar que el estudio se realizó a la misma hora y se tuvo control para cumplir con los requerimientos básicos de registros fisiológicos. Los demás resultados se muestran en el Anexo H.

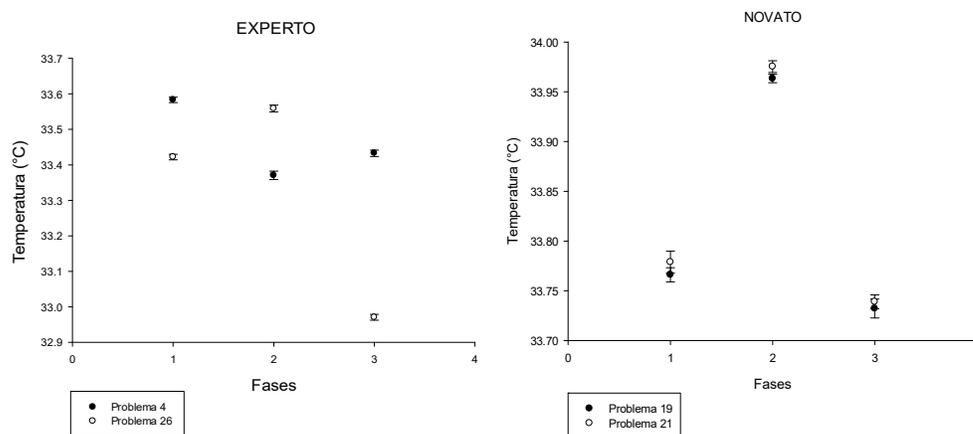
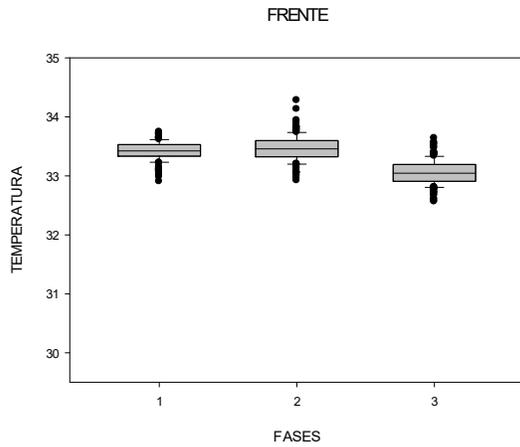


Figura 15. Se muestran las diferencias en la temperatura registrada (eje y) de los participantes a lo largo de las tres fases (eje x) en los problemas que solucionaron. Se puede apreciar una menor variación de la temperatura en el participante Novato que en el participante Experto.

A



B

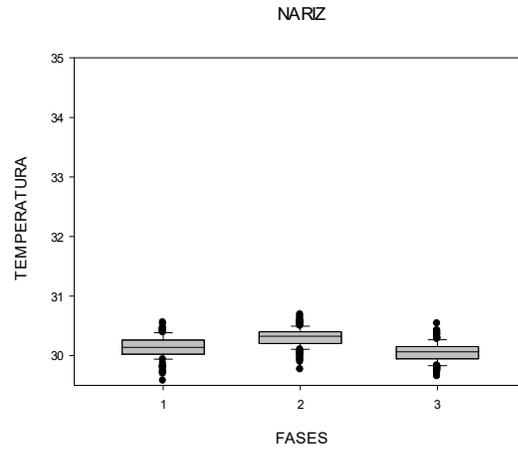


Figura 16. La gráfica A muestra los registros de temperatura en la frente del participante Experto en el problema 26. La gráfica B muestra el registro de la temperatura de la nariz en el mismo problema que se presentó en las 3 fases del estudio. En ambos casos se nota un aumento mayor de temperatura en la segunda fase. En este caso el participante pudo solucionar correctamente el problema hasta la última fase.

8. Registro Fisiológico

Para el análisis del registro fisiológico se necesitó limpiar la base de datos obtenida durante las sesiones experimentales. A partir de esa limpieza se utilizó la app de *MatLab Signal Analyzer* para poder realizar una presentación más adecuada de los datos obtenidos. De toda la sesión se presentarán los resultados de las posiciones y problemas que se repitieron a lo largo de la tarea para poder realizar comparaciones entre los mismos estímulos.

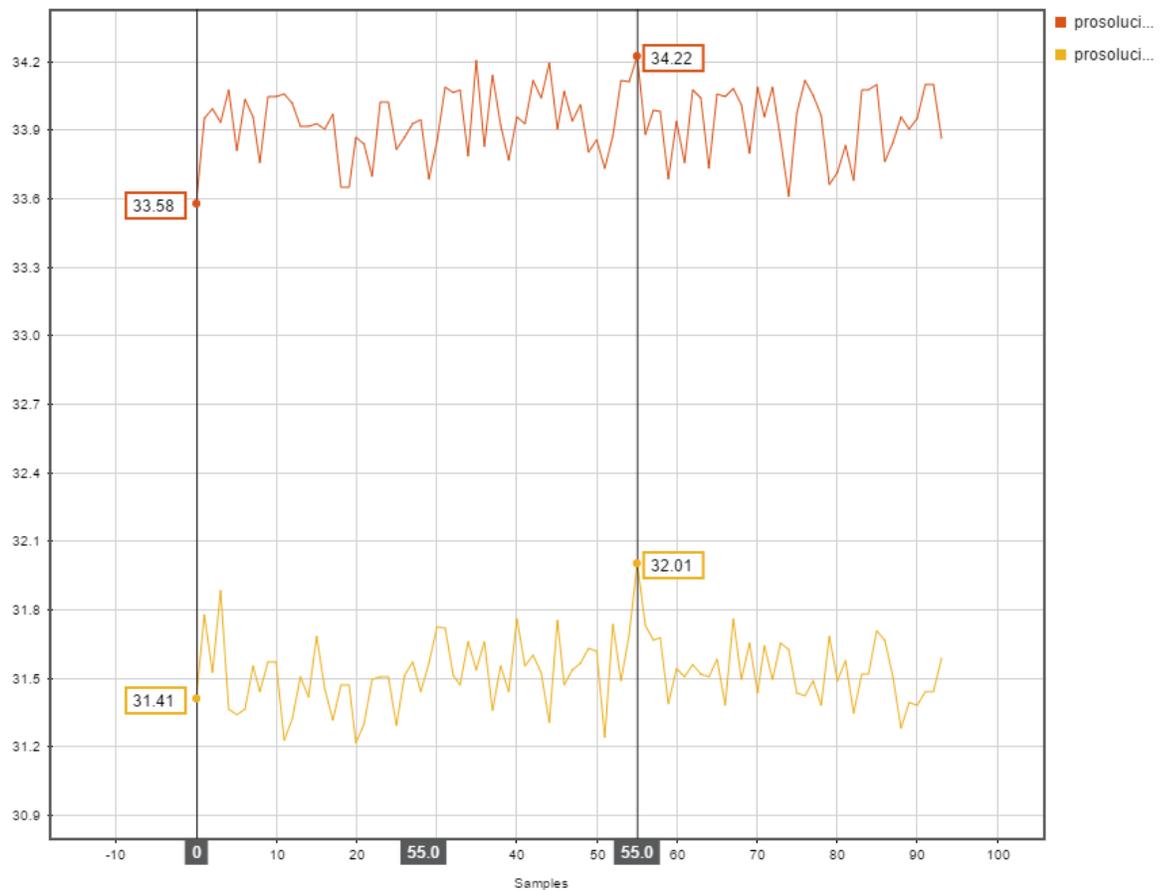


Figura 17. Registro de temperatura del participante 30 correspondiente al problema #17 el cual fue reconocido y solucionado de inmediato por el participante. Se muestra la temperatura de frente (rojo) y de la nariz (amarillo). Registramos que la modificación de temperatura suele aumentar a partir de que se presenta el estímulo.

En el estudio realizado se pudo apreciar una modificación de la temperatura de los participantes, comparándose la misma con el inicio del estímulo y con su respectiva línea base (ver figura 17 y 18). Existió una variación de temperatura en todos los participantes a lo largo de la tarea, en los datos obtenidos el sensor de temperatura en la frente y nariz registran un aumento de la misma a lo largo de la tarea. El resto de los datos se presentan en el Anexo I.

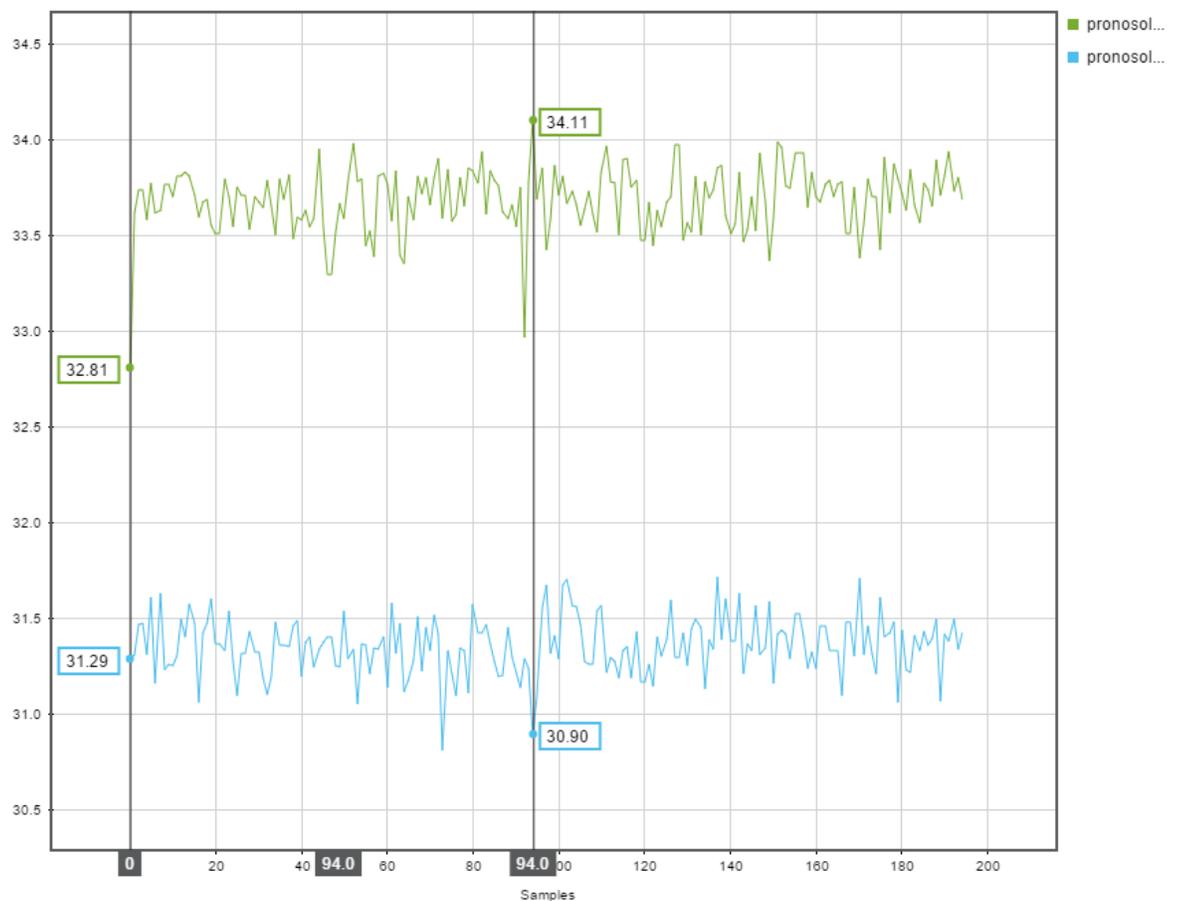


Figura 18. Registro de temperatura del participante 30 correspondiente al problema #1 el cual fue no fue solucionado por el participante. Se muestra la temperatura de frente (verde) y de nariz (azul). También se registró un aumento de temperatura a partir de la presentación del problema.

9. Resultados adicionales.

9.1. Sesgo Optimista.

La mayoría de los participantes mostraron tener demasiada confianza en sí mismos estimando una victoria en las posiciones de ajedrez, algo por supuesto subjetivo, pero que analizando la posición y la jugada puede contrastarse con el hecho de ganar, perder o empatar. Veamos un ejemplo:

Para la posición 1 (Ver tabla 3 y 4), los programas valoran como $+1.5$ (VI) también sinónimo de *Ventaja para las Blancas*. Si este valor lo comparamos con el valor de la misma posición, pero con la jugada realizada por los participantes (VF) obtenemos un valor total (VT) como resultado de la ponderación.

Siguiendo con la lógica que utilizan los programas de ajedrez, la ventaja de un bando se expresa con números positivos y negativos, si quisiéramos representar cuantitativamente que el participante estima una victoria blanca sería con el mínimo valor estimado (VE) atribuido por los programas ($+1$). Para cada posición los participantes emitieron un juicio sobre el resultado final de la posición, si ganaban, perdían o empataban ($+1, -1, 0$) con lo cual podemos analizar si de acuerdo a una situación, su elección y su perspectiva de un resultado a futuro tuvieron una correspondencia lógica.

$$Vi + Vf/2 = Vt \geq Ve$$

		<i>POSICION 1</i>				
	<i>VI</i>	<i>VF</i>	<i>VT</i>	<i>RESULTADO</i>	<i>VE</i>	<i>CONSISTENCIA</i>
<i>Novatos</i>	1,50	0,4	0,95	GANAN BLANCAS	1+	NO
	1,50	-0,2	0,65	TABLAS	0+	SI
	1,50	0,4	0,95	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,50	-0,2	0,65	GANAN BLANCAS	1+	NO
	1,50	-0,2	0,65	GANAN BLANCAS	1+	NO
<i>Expertos</i>	1,50	0,2	0,85	GANAN BLANCAS	1+	NO
	1,50	-0,2	0,65	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,50	1,5	1,5	GANAN BLANCAS	1+	SI
	1,50	1,5	1,5	GANAN BLANCAS	1+	SI
	1,50	1,5	1,5	GANAN BLANCAS	1+	SI

Tabla 3. La tabla muestra los datos de las valoraciones. Al inicio la posición (VI) se estima como 1.5 de acuerdo al programa Stockfish y de acuerdo a las jugadas ofrecidas por los participantes éstas se mantienen o disminuyen como consecuencia de si son buenas o malas jugadas (VF) y comparadas entre si podemos afirmar, en relación con un programa Stockfish, que la jugada fue buena (VT).

Si la posición es evaluada como desventajosa o la jugada no fue la mejor, sería poco congruente pensar que se ganaría en una situación así. Las posiciones fueron evaluadas por el programa como equilibradas o ligeramente a favor del bando con que jugó el participante, por lo tanto, es difícil asegurar que la perspectiva de un participante sobre una victoria próxima es incorrecta, a excepción de un par de posiciones que los programas evaluaron como desventajosas. De esta manera tenemos una perspectiva más clara sobre si la jugada que hicieron fue lo bastante buena para generarles más seguridad en asumir que ganarían o caso contrario que no hayan tenido un buen desempeño.

		POSICION 15				
	VI	VF	VT	RESULTADO	VE	CONSISTENCIA
Novatos	1,4	3,9	2,65	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,4	2,2	1,8	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,4	2,2	1,8	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,4	3,2	2,3	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,4	3,9	2,65	GANAN NEGRAS	-1	NO
Expertos	1,4	1,7	1,55	GANAN BLANCAS	1+	SI
	1,4	2,2	1,8	GANAN BLANCAS	1+	SI
	1,4	2,2	1,8	GANAN NEGRAS	-1	NO
	1,4	1,7	1,55	GANAN BLANCAS	1+	SI
	1,4	2,2	1,8	GANAN NEGRAS	-1	NO

Tabla 4. Nota: En la tabla se muestran los datos obtenidos para la posición 15. En este caso, los participantes jugaban con el bando de las negras y la posición fue evaluada por los programas como desventajosa. No obstante, la mayoría de los participantes no coincidió con esta evaluación considerando que podían ganar.

9.2. Descripciones

Durante la presentación de las posiciones los participantes tuvieron la oportunidad de justificar su jugada explicando el por qué. Pese a que existen diferencias entre las redacciones de los participantes es importante mencionar algunas:

Experto: *“Preparar un ataque en el flanco de rey trasladando al caballo a e3 o a f5. Tablas”*.

Novato: *“Quita pieza defensora. Ganan blancas”*.

En este caso los participantes vieron la misma posición (#24) durante el mismo tiempo y podemos notar que el experto realiza una descripción más concreta de la situación, así como un plan de juego concreto.

Experto: “Se quita el alfil de la amenaza de ser capturado y genera otra tratando de ganar calidad. Ganan negras”.

Novato: “Deja el enroque del rey blanco muy debilitado. Tablas”.

De nuevo en la descripción que ofrecen los ajedrecistas para una posición (#16) podemos encontrar sustanciales diferencias en cuanto al contenido siendo más precisas las ofrecidas por los expertos.

Otro dato interesante fue notar que, a pesar de no recibir retroalimentación en la fase de posiciones, los participantes con mayor experiencia lograban mejorar sus jugadas en las posiciones que se repetían lo largo de la tarea.

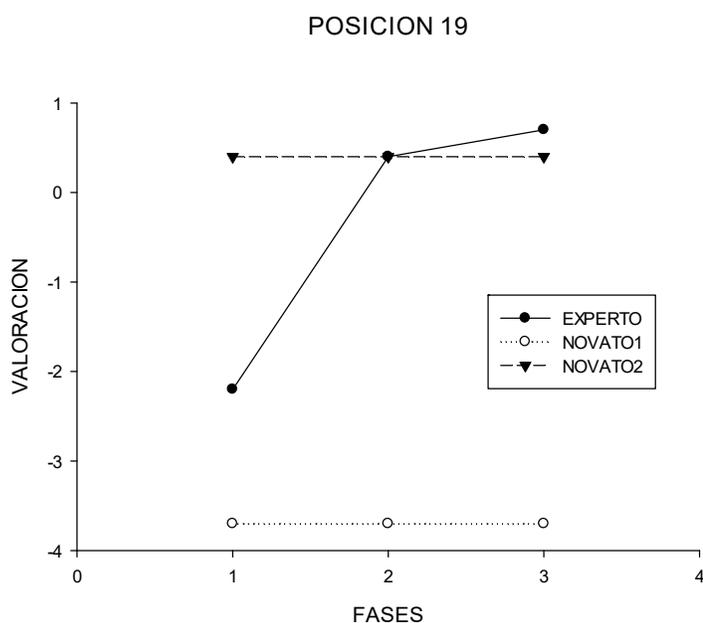


Figura 19. La gráfica muestra las valoraciones de las jugadas ofrecidas por 3 participantes a quienes coincidieron en ver la posición 19 en las tres fases de la prueba. Se aprecia que los jugadores con menos experiencia decidieron hacer la misma jugada, mientras el participante con más experiencia cambió su elección, mejorando de manera creciente su desempeño aun sin recibir retroalimentación sobre la precisión de sus respuestas.

DISCUSIÓN

1. Tarea de Ajedrez.

Con los resultados obtenidos en la tarea de ajedrez se corrobora la relación entre el nivel de experiencia y la precisión de las elecciones tanto en los problemas como en las posiciones usados en el estudio (Ver tabla 1 y 2). A pesar de los desaciertos de los ajedrecistas, en ambos niveles de experiencia, enfatizamos el análisis de los programas siempre favoreció las elecciones de los expertos. Al igual que Herbert Simon & William Chase (1973) encontraron en sus estudios que los ajedrecistas expertos ofrecieron las mejores jugadas dada la práctica, el conocimiento de estrategias y técnicas a diferencia de los ajedrecistas novatos fue determinante en la precisión de las jugadas. Justificando que la diferencia estuvo mediada por una mejora en el desarrollo de habilidades para reducir el gasto energético que conlleva una minuciosa búsqueda y como explican Calderwood, Klein & Crandall (1988), *estas habilidades tratan de un extenso conjunto de patrones de ajedrez reconocibles, o "chunks" lo que facilita la elección de una jugada*. Tomando en cuenta que las mejores jugadas en posiciones de ajedrez fueron proporcionadas por los jugadores expertos (Ver figura 10 y Anexo D) en aproximadamente el mismo tiempo en ambos grupos.

En cuanto a los casos donde los ajedrecistas con más experiencia no obtuvieron una buena ejecución en comparación con el grupo de ajedrecistas (Ver tabla 2) con menos experiencia podemos recurrir al estudio de Adriaan de Groot (1965) quien describe en sus resultados como algunos de sus participantes cometieron errores en la evaluación de posiciones no causado por un análisis deficiente sino por las características de la tarea que complica la labor de análisis natural por parte de los ajedrecistas. Nombra el caso de Salomon

M. Flohr a quien resultó difícil seguir las instrucciones de la tarea y su desempeño no fue el mejor, así como el caso de Ricardo Reti cuyo análisis no fue profundo, sino que escogía un movimiento a la vez sin hacer cálculos de variables, ambos grandes representantes del ajedrez a nivel mundial a mediados del siglo pasado. Al respecto solo queda aclarar que, en la tarea implementada, el diseño virtual pudo tener una influencia en las respuestas de todos los ajedrecistas al ser un ambiente diferente al usado normalmente en competencias de ajedrez.

Los tiempos de reacción fueron puestos en comparación y no hubo diferencias sustanciales (Ver figura 11), esto sugiere que en la tarea el mecanismo de búsqueda de información fue una estrategia heurística compensatoria, es decir, todos los participantes invirtieron aproximadamente el mismo tiempo en buscar la mayor cantidad de opciones y posteriormente elegir. Contrario a los estudios realizados por Gary Klein, sobre la presión de tiempo no encontramos una sustancial diferencia en el desempeño de los participantes, pero demostramos que en la solución de problemas el tiempo no tuvo un papel importante al comparar el número de problemas solucionados con 45 segundos y los de 3 minutos, lo cual fue relativamente similar (Ver figura 9 y 12). La importancia que se otorga a las elecciones rápidas por parte de autores como Gerd Gigerenzer tiene que ver con la asociación entre un proceso de elección y la facilidad con que se encuentra la mejor opción, lo que pudo haberse demostrado al requerir menos tiempo para elegir mejores jugadas, como se puede apreciar en la solución de problemas (Ver figura 13 y Anexo G) donde se nota que los tiempos de reacción disminuyen una vez que se encuentra la primera jugada de la secuencia ganadora.

Uno de los objetivos principales fue describir el proceso de elección en función de la búsqueda de información heurística tomando en cuenta la rapidez y precisión con que deciden los participantes, refiriéndonos al Heurístico de Reconocimiento cuyas características

principales son precisamente las anteriormente mencionadas. Similar a lo que Adriaan de Groot (1965) encontró en su estudio, inferimos que todos los ajedrecistas pueden haber calculado el mismo número de opciones, pero al final la mejor opción fue dada por los ajedrecistas con más experiencia, lo anterior basado en el mejor desempeño de los expertos (Ver figuras 10 y 11).

Adicionalmente en la fase de posiciones se analizó con detalle si en los ensayos que se repitieron a lo largo de la tarea, y que no tuvieron una retroalimentación, eran susceptibles de tener diferentes respuestas debido a que no sabían con certeza si su elección era buena o no. Algunos participantes que detectaban una posición repetida hacían la misma jugada, otros realizaron una elección mala comparada con la anterior y otros mejoraron sus elecciones (ver figura 19) Como Rieskamp y Otto (2006) mencionan, las estrategias de búsqueda de información pueden verse deformadas con la constante interacción del ambiente. Esto lo interpretan como un Auto-Ajuste en las elecciones de las personas en ambientes donde no hay una retroalimentación sobre sus decisiones. Esto lo han involucrado con un Aprendizaje de Selección de Estrategias (*SSL; A Theory of How People Learn to Select Strategies, 2006*). En el estudio de ajedrez podemos explicar que el hecho analizar posiciones en una segunda o tercera ocasión puede facilitar la búsqueda de más información posiblemente ignorada en la primera ocasión que se vio. Concentrándonos más en la calidad de una elección, el tiempo de respuesta y el proceso que les permitió realizar un juicio a largo plazo para compararlo con un programa (Proceso Normativo de Elección) de ajedrez de manera análoga podemos explicar y comprender como se presenta la búsqueda de información al deliberar. Igualmente es importante tener en cuenta las limitaciones cognitivas y cómo podemos explotar la información disponible en el ambiente para elegir lo mejor posible como el caso de los

ajedrecistas a quienes únicamente se les indicó que bando jugaba y a partir de esa clave iniciaron una búsqueda de opciones, así como cálculos necesarios para decidir por una jugada.

2. Registro Fisiológico.

Los aspectos relevantes dentro de este estudio exploratorio fueron intentar vincular un registro fisiológico, esto es detectar cambios a lo largo de la tarea, con algún proceso cognitivo, en este caso la búsqueda de información y cálculo de algunas opciones, de tal forma que pudimos comprobar cambios de temperatura de acuerdo al progreso de la tarea se registraron aumentos y descensos de la misma específicamente en las posiciones y problemas de ajedrez que se repitieron constantemente (ver figura 17 y 18).

De acuerdo al registro podemos enfatizar que el aumento de la temperatura tiene un patrón y es que los puntos más elevados de la misma se registran en el segundo periodo de muestreo realizado. No obstante, en nuestra opinión los datos obtenidos no son suficientes para asumir que la variación está directamente relacionada con un proceso emocional y a su vez esté siendo directamente relacionado con la tarea.

Estos datos son consistentes con lo recopilado por Reimann, M., et al. (2012). Cuyo marco de trabajo en *Embodiment in Judgement and Choice* han evidenciado que los procesos de elección se ven afectados por diferentes causas meramente ajenas al proceso de análisis. Podemos argumentar que, si existió un aumento de temperatura, que se relaciona específicamente a los momentos que los participantes analizaron la tarea.

También son discutibles los resultados del registro fisiológico, pues a pesar de que no se han realizado estudios sobre la temperatura como Marcador Somático los datos son interesantes al encontrarse variaciones en las situaciones que demandaron recursos atencionales y vale la pena indagar con rigurosidad las variaciones que se detectan en esta variación fisiológica (Ver figura 16). De manera general demostramos que se presentaron modificaciones en la temperatura de los participantes al momento de evaluar, analizar o calcular jugadas en la tarea (Ver Figura 15 y 16). Esto no es algo nuevo pues diferentes estudios corroboran los cambios fisiológicos en diversas tareas que implican un gasto mental como menciona Daniel Kahneman, “La aritmética mental es una actividad voluntaria que requiere esfuerzo, viene asociada a una dilatación de las pupilas y a un incremento de las pulsaciones cardíacas” (2011).

Es necesario indicar que no asumimos que estos cambios sean predictores de alguna elección o juicio. Pero si podemos coincidir con el estudio de Leone & Sigman (2012) donde encontraron que la tasa cardíaca de ajedrecistas aumentó considerablemente teniendo en cuenta que solo jugaron ajedrez y de la misma forma, en nuestro caso encontramos evidencia del registro de temperatura. A pesar de las limitaciones a las que nos enfrentamos, generamos la propuesta de seguir con mayor detenimiento el proceso de elección y entenderlo no como un sistema mecánico y de cálculo “frío” sino como un componente en el cual participan procesos que podrían anticipar consecuencias negativas.

3. Conclusión

En el estudio de la toma de decisiones se pueden identificar diferentes enfoques, en nuestra opinión la perspectiva de heurísticos rápidos y frugales representa una explicación parsimoniosa del proceso de decisión no solo en situaciones controladas, ya sea con tareas de lápiz y papel o en cajas operantes, sino que al ser comparadas en contextos naturales donde los organismos deben adaptarse al entorno dinámico podemos ver similitudes que ya han sido propuestas como las reglas de dedo (*Rules of Thumb*) por los biólogos y ecólogos conductuales (Hutchinson & Gigerenzer, 2005). El estudio realizado puso a prueba algunas explicaciones sobre la simpleza y rapidez de las elecciones tomando en cuenta aspectos que se presentan en nuestra rutina, como lo es la incertidumbre y las limitaciones temporales. Observamos un mejor desempeño por parte de los expertos lo cual indica que la pericia proporciona habilidades en el reconocimiento, que es consistente con los estudios de ajedrez realizados previamente (Groot, 1965; Simon, 1973; Klein, 1988). También notamos los cambios corporales que se presentaron en todos los participantes durante el tiempo que solucionaron la tarea, lo que genera importancia en el estudio de los *Marcadores Somáticos* y analizar con rigurosidad si pueden ser considerados como proceso en paralelo que guían acciones. A pesar de ser un tema discutible los estudios realizados (Reimann, et. al, 2012) indican que las acciones que realizamos no dependen solo de la configuración del ambiente sino de las representaciones internas que se generan y son factor importante en el estudio del comportamiento.

Esto genera la moción para realizar modificaciones en el estudio donde podamos reducir el número de posiciones y problemas para obtener registros con menos *artefactos* que se pudieron presentar durante el presente estudio. La inquietud que generaron los trabajos

realizados en cognición sobre los procesos emocionales es a primera vista un obstáculo en la precisión de nuestras hipótesis al tener en cuenta un gran número de variables que se presentaron en el mismo. Esto cuestiona la validez que tienen los datos obtenidos, y sin embargo se argumenta en favor ya que el proceso de toma de decisiones que nos interesó es aquel que sucede en momentos críticos donde se requiere una respuesta rápida y precisa. En este sentido no podríamos estudiar este mecanismo de elección *intuitivo* en ambientes totalmente controlados sino en ambientes donde las decisiones de los organismos se manifiestan de manera natural al ser gatilladas por las demandas de la situación en que se encuentren.

La variación de temperatura que se detectó en el estudio es consistente con la *Hipótesis del Marcador Somático* (Bechara, Damasio, Tranel & Damasio, 1997) como una respuesta fisiológica que anticipa una consecuencia positiva o negativa en ambientes de incertidumbre. Pudimos indexar ese aumento de temperatura específicamente en los problemas que los participantes lograron solucionar correctamente, así como un descenso en la misma en aquellos problemas que no se solucionaron correctamente (Ver Anexo H).

El interés de comprender de manera global el proceso de elección tomando en cuenta la perspectiva de *Heurísticos Rápidos y Frugales* (Gigerenzer, 2001) y la *Hipótesis del Marcador Somático* (Bechara, et al. 1997) genera el cuestionamiento de si es posible describir la toma de decisiones desde dos enfoques de estudio completamente diferentes que nos permitan entender el proceso de elección.

Con los resultados presentados se generan interrogantes sobre el proceso de búsqueda de información, como sucede en momentos críticos y qué relación tiene con los modelos propuestos en neurociencias. Este estudio propone que en el futuro se aborde con

detenimiento el estudio de toma de decisiones como una perspectiva integradora y que resalte la adaptabilidad de las elecciones de los organismos en ambientes de incertidumbre y presiones temporales. La primera impresión sobre el estudio nos permitió tomar la hipótesis de que el Heurístico de Reconocimiento (Una elección rápida y precisa) se presentaría en el grupo de ajedrecistas más experimentados, no obstante, el gasto de tiempo a cambio de una búsqueda más profunda influyó en la estrategia heurística que usaron todos los participantes.

REFERENCIAS

- Allais, M. (1953). Le Comportement de l'Homme Rationnel devant le Risque: Critique des Postulats et Axiomes de l'Ecole Americaine. *Econometrica*, 21(4), pp. 503-546.
- Ariely, D. (2008). *Predictably irrational. The Hidden Forces That Shape Decisions*. New York, NY: Harper/HarperCollins Publishers.
- Bechara, A. (2003). The role of emotion in decision-making: Evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain and Cognition*, 55(2004), pp. 30-40.
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding advantageously before knowing the advantageous strategy. *Science*, 275, pp. 1293–1295.
- Beim, V. (2012). The enigma of the chess intuition; can you mobilize hidden forces in your chess. Published by *New in Chess*, Alkmaar, The Netherlands.
- Butan, J. (2001). La cognición social y la corteza cerebral. *Revista Neurológica Argentina*. 2001; 26: pp. 117-122.
- Calderwood, R., Klein, G. A., & Crandall, B. W. (1988). Time pressure, skill, and move quality in chess. *The American Journal of Psychology*, 101(4), pp. 481-493.
- Charness, N., Jastrzembski, T. & Vasyukova, C. (2006). Expertise and Age Effects on Knowledge Activation in Chess. *Psychology and Aging*, 21(2), pp. 401-405.
- Charness, M. Reingold, M. Pomplun, & M. Stampe (2001). The perceptual aspect of skilled performance in chess: Evidence from eye movements. *Memory & Cognition*, 29(8), pp. 1146-1152.

- Crone, E. A., Jennings, J. R., & Van Der Molen, M. W. (2003). Sensitivity to interference and response contingencies in attention deficit/hyperactivity disorder. *Psychol. Psychiatry*, *44*, pp. 214–226.
- Damasio, A.R., Tranel, D. & Damasio, H. (1991). Somatic markers and the guidance of behavior: theory and preliminary testing. *In: Frontal lobe function and dysfunction* (Levin HS, Eisenberg HM, Benton AL, eds), pp. 217–229. New York: Oxford University Press.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. New York: Grosset/Putnam.
- Damasio, A. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *The Royal Society*, *351*, pp. 1413-1420.
- Damasio, A. & Bechara, A. (1997). Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science*, *275*.
- De Groot, A. D. (1965). *Thought and Choice in Chess*. The Hague: Mouton publishers, Dutch edition in 1946.
- De Groot, A. D., Gobet, F. & Jongman, R. W. (1996). *Perception and memory in chess. Studies in the heuristics of the professional eye*. Assen, Van Gorcum.
- Ekman, P. (2010). Darwin's Compassionate View of Human Nature. *JAMA*, *303*(6), pp. 557-558.
- Friedman, D. (1996). *Hidden Order: The Economics of Everyday Life*. Harper Collins: New York 1996, pp. 3-9.
- Gigerenzer, G. (1991). How to Make Cognitive Illusions Disappear: Beyond the "Heuristics and Biases". *European Review of Social Psychology*, *2*, pp. 83-115.

- Gigerenzer, G. & Hug, K. (1992). Domain-Specific reasoning: Social contracts, cheating, and perspective change. *Cognition*, 43(1992) pp. 127-171.
- Gigeren, G. (1997) Bounded Rationality: Models of Fast and Frugal Inference. *Swiss Journal of Economics and Statistics*, 133(2) pp. 201-218.
- Gigerenzer, G., & Selten, R. (2001). *Bounded Rationality; The Adaptive Toolbox*. Center for Adaptive Behavior and Cognition, Max Planck Institute for Human Development, Lentzeallee 94, 14195 Berlin, Germany Juridicum, University of Bonn, Adenauerallee 24-42, 53113 Bonn, Germany.
- Gigerenzer, G., Hertwig, R. & Pachur, T. (2011). *Heuristics; The Foundations of Adaptive Behavior*. Oxford University Press, Inc.
- Gigerenzer, G. & Gaissmaier, W. (2011). Heuristic Decision Making. *Annual Reviews of Psychology* 62(2011).
- Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2012). Homo Heuristicus: Less-is-More Effects in Adaptive Cognition. *Review Article. Center for Adaptive Behavior and Cognition, Max Planck Institute for Human Development, Lentzeallee 94, 14195 Berlin, Germany*.
- Gilovich, T., Vallone, R. & Tversky, A. (1985). The Hot Hand in Basketball: On the Misperception of Random Sequences, *Cognitive Psychology*, 17, pp. 295-314.
- Gobet, F. (2006). Adriaan de Groot: Marriage of two passions: A personal summary. *ICGA Journal*. Uxbridge, UK.
- Goldstein, D. & Gigerenzer, G. (2002). Models of Ecological Rationality: The Recognition Heuristic. *Psychological Review*. 2002, 109(1), pp. 75-90.

- Grossman, D. (2004). *On Combat: The Psychology and Physiology of Deathly Conflict in War and in Peace*. Ed. Melusina.
- Grove, W. M., Zald, D. H., Lebow, B. S., Snitz, B. E. & Nelson, C. (2000). Clinical Versus Mechanical Prediction: A Meta-Analysis, *Psychological Assessment* 12, pp. 19-30.
- Haidt, J. (2001). The Emotional Dog and Its Rational Tail: A Social Intuitionist Approach to Moral Judgment. *Psychological Review*. 108(4), pp. 814-834.
- Hendricks, W. (2012). *Move first think later; sense and nonsense in improving your chess*. New in chess. Netherlands.
- Ioannou, S., Gallese, V. & Merla, A. (2014). Thermal infrared imaging in psychophysiology: Potentialities and Limits. *Psychophysiology*, 51(2014), pp. 951-963.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1972). Subjective Probability: A Judgment of Representativeness. *Cognitive Psychology*, 3(1972) pp. 430-454.
- Kahneman, D. & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometric*, 47(2), pp. 263-291.
- Kahneman, D., Slovic P., & Tversky, A. (1982). *Judgments Under Uncertainty. Heuristics and Biases*. New York: Cambridge University Press.
- Kahneman, D. (1991). Judgment and Decision Making: A Personal View. *Psychological Science*, 2(3), pp. 142-145.
- Kahneman, D., & Frederick, S. (2002). Representativeness revisited: Attribute substitution in intuitive judgment. En T. Gilovich, D. Griffin & D. Kahneman (Eds.), *Heuristics and Biases* (pp. 49–81). New York: Cambridge University.

- Kahneman, D. & Klein, G. (2009). Conditions for intuitive expertise: A failure to disagree. *American Psychology*. *American Psychology*.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Macmillan.
- Klein, G., Calderwood, R. & ZSambok, E. (1993). A recognition-primed decision (RPD) model of rapid decision making. *Eds. Decision Making in Action: Models and Methods*, pp. 138 – 147. *Norwood, NJ: Ablex Publishing Corp.*
- Klein, G., Calderwood, R. & Clinton-Cirocco, A. (1988). Rapid Decision Making on the Fireground. *Research Institute for the Behavioral and Social Sciences. U.S. Army.*
- Klein, G. & Beck, P. (2008). A Decision Aid for Selecting Among Information System Alternatives, *MIS Quarterly*, *11*(2).
- Kasparov, G. (2007). *Cómo la vida imita al ajedrez*. The Hague: Barcelona: Debate.
- LeDoux, J.E. (2012). Rethinking the Emotional Brain. *Neuron, Perspective*. *73*, pp. 653-676.
- Lehrer, J. (2009). *How We Decide*. Houghton Mifflin.
- Leone, M. J., Petroni, A., Fernandez Slezak, D., & Sigman, M. (2012). The tell-tale heart: heart rate fluctuations index objective and subjective events during a game of chess. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*(273). DOI: 10.3389/fnhum.2012.00273
- Martínez, J. & Argibay, P. (2007). El aprendizaje de las matemáticas y el cerebro. *Ciencia Hoy*. *17*(99), pp. 46-51.
- Martínez, J., Sánchez, J., Bechara, A. & Román, F. (2006). Mecanismos cerebrales de la toma de decisiones. *Revista de Neurología*, *42*(7), pp. 411-418.

- Meehl P. P. (1954). *Clinical versus statistical prediction: a theoretical analysis and a review of the evidence*. Minneapolis: Minnesota University.
- Mellers, B. A., Schwartz, A., & A. Cooke, D. J. (1998). Judgment and Decision Making. *Annual Review Psychology*. 49, pp. 447-477.
- Naqvi, N., Shiv, B. & Bechara, A., (2006). The Role of Emotion in Decision Making; A Cognitive Neuroscience Perspective. *Current directions in psychological science*. 15(5), pp. 260-264. DOI: 10.1111/j.1467-8721.2006.00448.x
- Newborn, M. (1997). *Kasparov vs Deep Blue: Computers Chess comes of Age*.
- Orasanu J & Connolly T, (1993). *The reinvention of decision making*. En; Klein G A, Orasanu J, Calderwood R. et. al (eds) *Decision making in action: models and methods*. Ablex, Norwood, NJ, pp. 3-20.
- Randel, J., Pugh, L. & Reed, S. (1996). Differences in expert and novice situation awareness in naturalistic decision making. *Academic Press Limited. Int. J. Human-Computer Studies* 45, pp. 579-597
- Reimann, M., Feye, W., Malter, A., Ackerman, J., Castaño, R., Garg, N., Kreuzbauer, R., Labroo, A., Lee, A., Morrin, M., Nenkov G., Nielsen J., Perez, M., Pol, G., Rosa, J. A., Yoon, C. & Zhong, C. (2012). Embodiment in Judgment and Choice. *Journal of Neurocience, Psychology and Economics*. 2012. American Psychology Association. 5(2), pp. 104-123 DOI: 10.1037/a0026855
- Reutskaja, E. (2008). Experiments on the Role of the Number of Alternatives in Choice. *Departament of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, España*.
- Rieskamp, J., & Otto, P. E. (2006). SSL: A Theory of How People Learn to Select Strategies. *Journal of Experimental Psychology*, 135(2), pp. 207-236. DOI: 10.1037/0096-3445.135.2.207

- Rieskamp, J. & Dieckmann, A. (2007). The Influence of Information Redundancy on Probabilistic Inferences. *Memory and Cognition*. 2007, 35 (7), pp. 1801-1813.
- Russek, G. (1999). *Para Ganar en Ajedrez: Un Método de Entrenamiento para Jugadores de Cualquier Nivel*. Ed. Selector. Primera edición, 1999.
- Sánchez, A. (2013). *Modelo Computacional Cognitivo de Toma de Decisiones basado en el conocimiento: Aplicación en la inferencia de explicaciones*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Santoyo, V.C. & Vázquez, P.F. (2001). *Bases psicológicas de la negociación y toma de decisiones*. México: PAPIIT-DGAPA-Facultad de Psicología, UNAM. ISBN 968-36-9291-5
- Schneier, B. (2003). *Beyond Fear: Thinking Sensibly About Security in an Uncertain World*, Springer-Verlag, 2003.
- Selz, O. (1922). Zur Psychologie der produktiven Denkens und des Irrtums, eine Experimentelle Untersuchung. Bonn; F. Cohen, 1922. pp. 28-688. En Wettersten, J. (2017) From Selz to Gigerenzer: A thought physiological research history, which needs a Popperian, fallibilist theory of rationality to effectively develop. *Theory & Psychology*. 27 (4), pp. 439-457. DOI: 10.1177/0959354317707071
- Shannon, C. E. (1950), Programming a computer for playing chess. *Philosophical Magazine Ser.* 41(314), pp. 256-275, March 1950.
- Shermer, M. (1997). *Why People Believe Weird Things; Pseudoscience, Superstition, and others confusions of our mind*. A W. H. Freeman-Owl Book Henry Holt and Company New York.
- Schwartz, B. (2004). *The Paradox of Choice: Why More is Less*.

- Schwartz, B. & Keys, D. (2007). Leaky Rationality: How Research on Behavioral Decision-Making Challenges Normative Standards of Rationality. *Association for Psychological Science*. 2(2), pp. 162-180.
- Simon, H. (1956). Rational choice and the structure of the environment. *Psychological Review*, 63(1957) pp. 261-273.
- Simon, H. (1978b). The uses of mathematics in the social sciences. *Mathematics and Computers in Simulation*, 20(3) pp, 159-166.
- Simon, H. & Chase, W. (1973). Perception in Chess. *Cognitive Psychology*. 4, pp. 55-81.
- Simon, H. (1992). *Economics, bounded rationality and the cognitive revolution*. With: M. Egidi, R. Marris y R. Viale. Edit: M. Egidi y R. Marris.
- Simon, H. & Gobet, F. (2000). Five Seconds or Sixty? Presentation Time Expert Memory. *Cognitive Science*. 24 (4), pp. 651-682.
- Simon, H. & Myers, D. (2002). What Is an Explanation of Behavior? Intuition: Its Powers and Perils, *Yale University Press, New Haven, 2002*, pp.56.
- Suzuki, A., Hirota, A., Takasawa, N. & Shigemasu, K. (2003). Application of the Somatic Marker Hypothesis to individual differences in decision making. *Biological Psychology*. 63, pp. 81-88.
- Teive, H., Teive, G., Dallabrida, N. & Gutierrez, L. (2017). Alfred Binet: Charcot's pupil, a neuropsychologist and a pioneer in intelligence testing. *Arq Neuropsiquiatr*, 75(9), pp. 673-675. DOI:10.1590/0004-282X20170097.
- Tetlock, P. (2006). *Expert Political Judgment: How Good Is It? How We Can Know?*, Princeton University Press. New Jersey, U.S.A.

- Tversky, A. & Kahneman, D. (1971). Belief in the Law of Small Numbers, *Psychological Bulletin*, 76, pp. 105-110.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability, *Cognitive Psychology*, 5, pp. 207-232.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty; Heuristics and Biases. *Science*, New Series, 185(4157), pp. 1124-1131.
- Tversky, A. & Kahneman D. (1980). Causal Schemas in Judgments Under Uncertainty, en Morris Fishbein, ed., *Progress in Social Psychology*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1980, pp. 49-72.
- Verdejo, A. & Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 22(2), pp. 227-235.
- Von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton, U.S.A.

ANEXOS

A) Carta compromiso.

Se muestra el formato que los participantes leyeron y firmaron para estar de acuerdo en asistir al estudio teniendo en cuenta las limitaciones y condiciones.

B) Instrucciones de la tarea.

Se presenta a continuación el diseño de la tarea donde los participantes debían de llenar breve cuestionario y cuyos datos sirvieron para diferenciar a los participantes entre niveles y experiencia.

C) Posiciones de Ajedrez.

A continuación se presentan las posiciones que se presentaron de manera aleatoria a los participantes. Las primeras 16 posiciones fueron usadas en el estudio clásico de Adriaan de Groot y las demás son posiciones de partidas clásicas que concluyeron en tablas.

D) Evaluaciones de Posiciones.

Se presentan las gráficas de las evaluaciones realizadas por los softwares de ajedrez a partir de las jugadas realizadas por los participantes de ajedrez. Se puede ver que algunas graficas muestran un patrón de pendiente y otras uno descendente. Aquellas que son una pendiente corresponden a posiciones de ajedrez donde juegan las blancas, caso contrario con las descendentes que corresponden a las posiciones donde juegan las negras.

E) Latencias en Posiciones

A continuación se presentan las latencias de ambos grupos correspondientes a las posiciones de ajedrez. Lo que se puede ver el promedio con sus respectivas líneas de error. De manera muy general se puede ver que hay una diferencia muy pequeña entre los tiempo que utilizaron ambos grupos de ajedrecistas.

F) Problemas de Ajedrez

Se presentan los problemas de ajedrez que se utilizaron en el estudio. La dificultad de los problemas fue elevada de acuerdo al libro de ajedrez de Guil Russek *Para Ganar en Ajedrez; Un método de entrenamiento para jugadores de cualquier nivel (1999)*.

G) Latencias en Problemas

Las gráficas representan los tiempos de reacción de los participantes. Tomando los mejores desempeños de cada grupo. En el eje de las "x" muestra el número de jugadas dentro de cada secuencia. Se puede apreciar que hay una considerable disminución en el tiempo de respuesta una vez que los participantes encuentran la primer jugada dentro de la secuencia ganadora.

H) Diferencias en Temperatura

Se muestran las gráficas de las diferencias en el grupo de expertos y novatos durante la tarea con la respectiva correspondencia en un mismo problema y barras de error que determinan

la diferencia durante la misma. Los participantes numerados con más de 30, son novatos y los participantes con más de 40 son expertos.

I) Registro fisiológico

Se presentan los registros de temperatura durante toda la sesión experimental contrastando los datos recabados por el sensor en la frente y en la nariz de cada participante en las 3 fases de los problemas que solucionaron. Las gráficas fueron generadas en MatLab 2016 en el toolbox Signal Analyzer e importadas directamente al archivo.

A) Carta Compromiso

Universidad Nacional Autónoma de México.

Facultad de Psicología.

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN
INVESTIGACIÓN.**

El propósito de ésta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación de una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

Fundamentos del consentimiento informado:

La presente investigación es conducida por el Dr. Oscar Zamora, Mtro. Miguel Herrera y Nestor Funes del área de psicología Ciencias Cognitivo Conductuales.

La investigación lleva por título “*Toma de decisiones; Elecciones Intuitivas y Racionales en una prueba de Ajedrez, una aproximación a la Hipótesis del Marcador Somático*”. La meta de esta investigación es observar las respuestas bajo presión de tiempo en participantes expertos y novatos en el juego ciencia usándolo como herramienta para describir y entender el proceso de planeación y elección. Además, se empleará un registro de tasa cardiaca y temperatura que nos proveerá información sobre cambios homeostáticos en los participantes al solucionar problemas y posiciones de ajedrez.

Si usted accede a participar en ésta investigación, se le pedirá que solucione problemas y posiciones de ajedrez frente a un computador en una sala adaptada para éste problema, un breve cuestionario personal y de un registro fisiológico que consiste en colocar sensores de temperatura y tasa cardiaca sobre la piel, lo que tomará entre 2 y 2:30hrs en una sola sesión. Por su participación le será entregada la cantidad de \$50 en una sola exhibición, si usted sobresale en el grupo por obtener mejores resultados será acreedor a un bono de \$250 que serán entregados en una sola exhibición.

Por medio de éste consentimiento, usted acepta la invitación a participar en ésta investigación de manera estrictamente voluntaria. La información que arroje tanto la prueba complementaria como el programa diseñado para la tarea será CONFIDENCIAL y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de ésta investigación. Sus respuestas en el desarrollo de la tarea y la encuesta serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas. De igual forma podrá retirarse de la investigación en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma y no tendrá ninguna represalia.

Declaración del participante:

De acuerdo a lo planteado anteriormente: Yo

Declaro que leí el presente documento, se me ha explicado en que consiste la investigación y mi participación en el mismo. Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito, sin mi consentimiento; eh tenido la posibilidad de aclarar mis dudas y tomo libremente la decisión de participar.

Entiendo que una copia de este documento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de la investigación cuando haya concluido. Para ello puedo contactar al alumno Nestor Daniel Funes Aburto al email: nestordfunes@outlook.com

Datos de contacto del participante:

Carrera o trabajo: _____

Semestre: _____

Correo electrónico: _____

Lugar y fecha: _____

Firma del participante

Firma del investigador

B) Instrucciones de la tarea.

The image shows a web-based survey form titled "Encuesta". It is divided into two main sections: "Datos Personales" and "Otros Datos".

Datos Personales:

- Nombre completo: [input field]
- Edad: [input field]
- Género: Masculino Femenino
- Ocupación: Estudiante Trabajo Otro

Otros Datos:

- Rating: [input field]
- Años de experiencia: [input field]
- Padecimientos: [input field]

There is a button labeled "Registrar Datos" on the right side of the form.

Nota: Todos los participantes debieron completar esta encuesta para poder avanzar en la tarea.

Bienvenido

Durante el siguiente experimento serán medidas su tasa cardiaca y temperatura al mismo tiempo que se desempeña en una tarea de ajedrez. Por tal motivo existen restricciones para poder participar en este procedimiento. Si usted no ha fumado, tomado café o consumido alguna sustancia que afecte su coordinación o juicio, puede continuar con la tarea.

Este experimento está dividido en Posiciones de ajedrez y Problemas de ajedrez, los cuales tendrá que evaluar lo más rápido y preciso que pueda.

Siguiente

Nota: Además de firmar la carta compromiso se les volvía a recordar que por motivos metodológicos en el registro no debieron de haber consumido algunas sustancias.

Ésta es la fase de POSICIONES y estará dividida en 3 fases de 10 problemas cada una. Se presentarán posiciones aleatoriamente con diferencias de tiempo, algunas tendrán 45 segundos y otras 3 minutos para poder evaluar. Después de responder a la tarea se le pedirá que argumente su elección de jugada y adicionalmente ESTIMARÁ EL RESULTADO FINAL sea este VICTORIA, DERROTA O TABLAS.

1. Deberás indicar con el mouse la pieza que deseas mover, sobre el primer recuadro del lado derecho de la pantalla se te indicará que color juega. La pieza que selecciones quedará registrada en el primer recuadro del lado derecho de la pantalla.
2. A continuación, deberás seleccionar con el mouse el segundo recuadro para poder escoger la casilla a donde desplazarás la pieza que elegiste.
3. Selecciona una casilla vacía para movimiento o una casilla con una pieza del contrincante para captura, esta acción será indicada en el recuadro del centro.
4. Presiona el botón "Registrar jugada" para terminar tu jugada.
5. Finalmente, aparecerá a la derecha de la pantalla una área de texto para que justifiques tu respuesta, en ese momento el tiempo ya no avanza, para que puedas explicar la jugada que has elegido así como compartir tus expectativas del juego.

Ocultar Instrucciones

Nota: Presentación de las indicaciones para realizar un movimiento en la tarea de posiciones. Se les preguntó a los participantes si tenían alguna duda con respecto al procedimiento para registrar su jugada.

Esta es la fase de PROBLEMAS y está dividida en 3 fases de 10 problemas cada una. Se presentarán problemas aleatoriamente con diferencias de tiempo, algunos tendrán 45 segundos y otros 3 minutos para poder evaluar y responder. De CONSUMIRSE EL TIEMPO antes de RESPONDER algo, el problema será tomado como EQUIVOCADO.

1. Deberás indicar con el mouse la pieza que deseas mover, sobre el primer recuadro del lado derecho de la pantalla se te indicará que color juega. La pieza que selecciones quedará registrada en el primer recuadro del lado derecho de la pantalla.
2. A continuación, deberás seleccionar con el mouse el segundo recuadro para poder escoger la casilla a donde desplazarás la pieza que elegiste.
3. Selecciona una casilla vacía para movimiento o una casilla con una pieza del contrincante para captura, esta acción será indicada en el recuadro del centro.
4. Presiona el botón "Registrar jugada" para terminar tu jugada.
5. Finalmente, aparecerá una notificación con el resultado de tu respuesta, si es correcta la secuencia avanzará, de lo contrario pasarás al siguiente problema.

Ocultar Instrucciones

Nota: Al concluir la fase de posiciones se vuelven a presentar las indicaciones para la fase de problemas. Se les recuerda que solo recibirán retroalimentación sobre la precisión de sus jugadas.

C) Posiciones de Ajedrez.



Posición 1. Juegan Blancas



Posición 2. Juegan Negras



Posición 3. Juegan Negras



Posición 4. Juegan Blancas



Posición 5. Juegan Blancas



Posición 6. Juegan Blancas



Posición 7. Juegan Blancas



Posición 8. Juegan Negras



Posición 9. Juegan Negras



Posición 10. Juegan Negras



Posición 11. Juegan Negras



Posición 12. Juegan Negras



Posición 13. Juegan Negras



Posición 14. Juegan Blancas



Posición 15. Juegan Negras



Posición 16. Juegan Negras



Posición 17. Juegan Negras



Posición 18. Juegan Blancas



Posición 19. Juegan Blancas



Posición 20. Juegan Blancas



Posición 21. Juegan Negras



Posición 22. Juegan Blancas



Posición 23. Juegan Blancas



Posición 24. Juegan Blancas

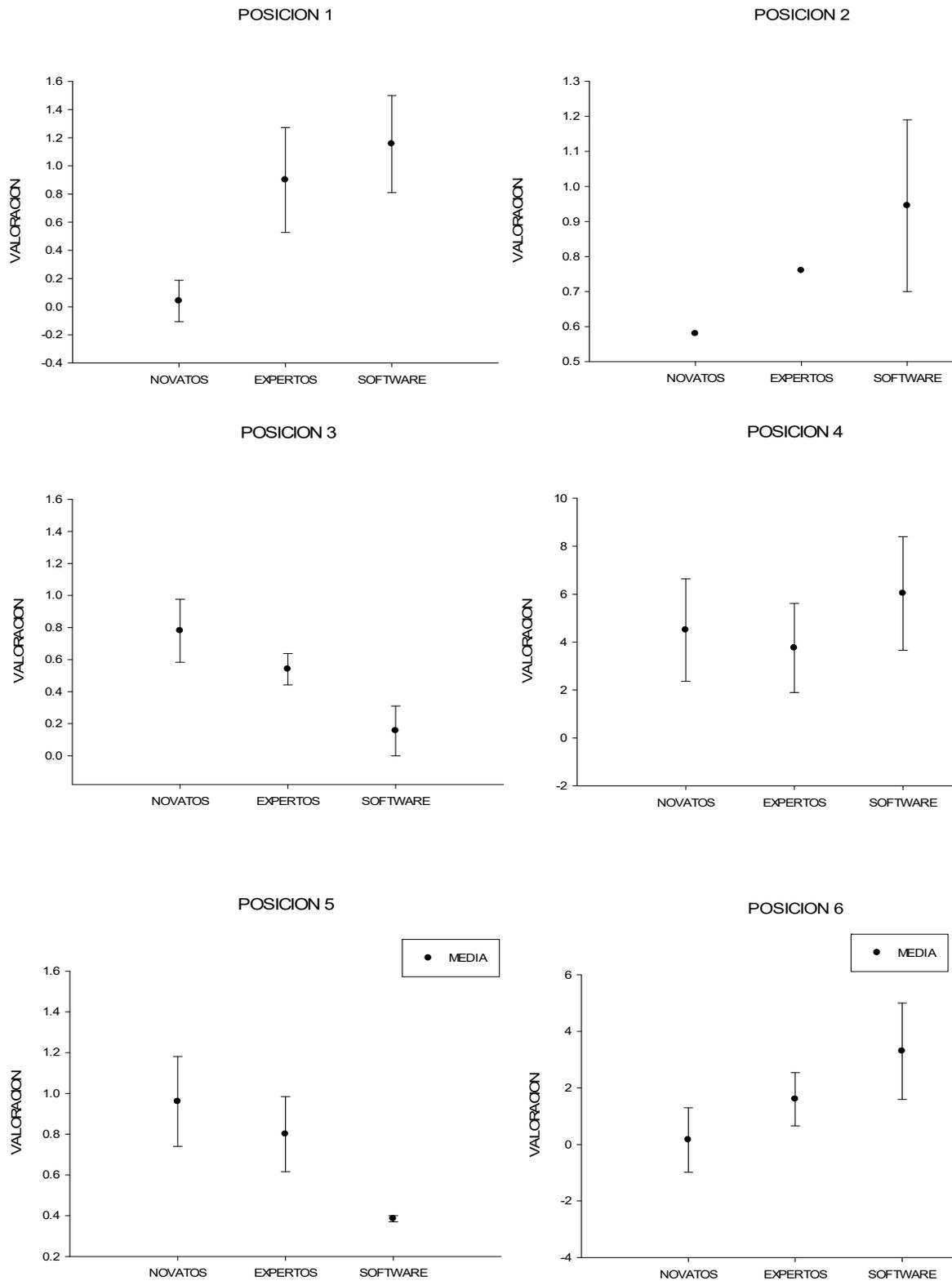


Posición 25. Juegan Negras

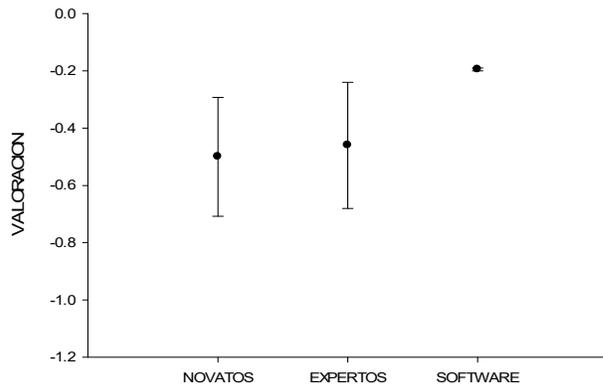


Posición 26. Juegan Negras

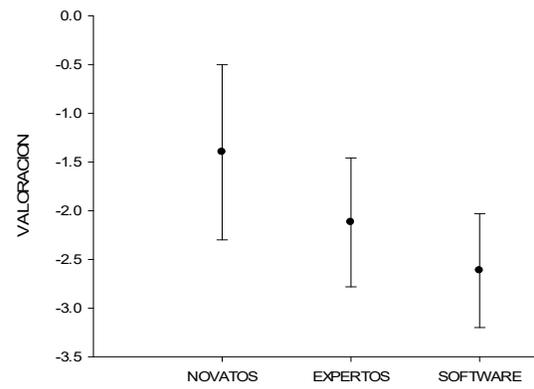
D) Evaluaciones de Posiciones.



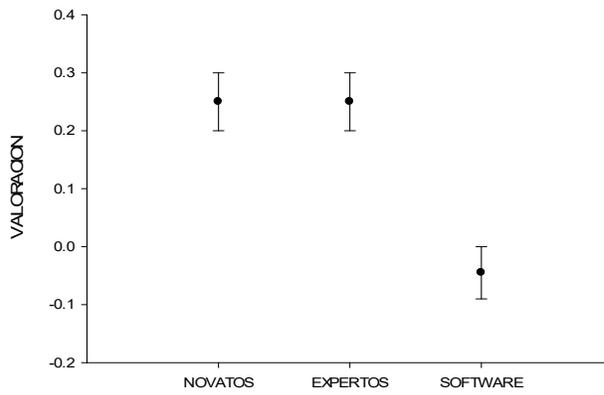
POSICION 7



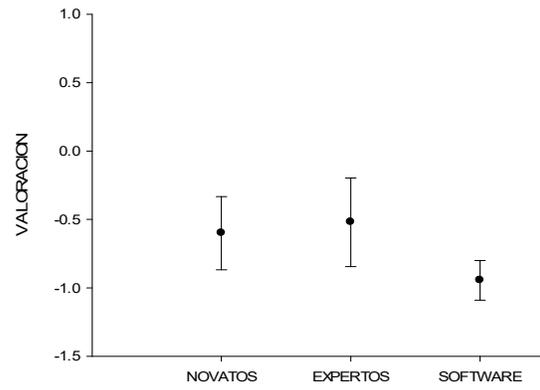
POSICION 8



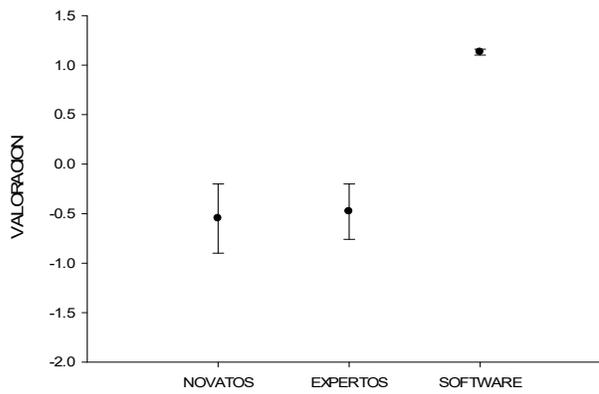
POSICION 10



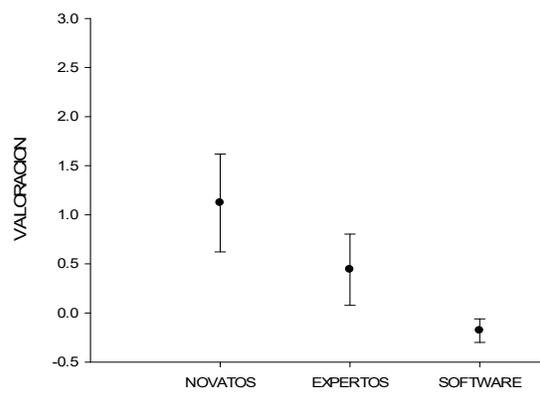
POSICION 11



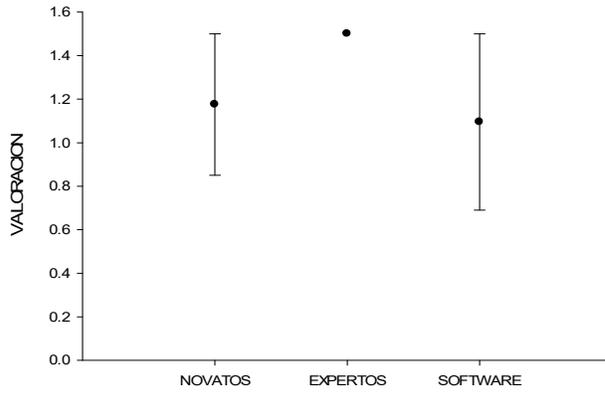
POSICION 12



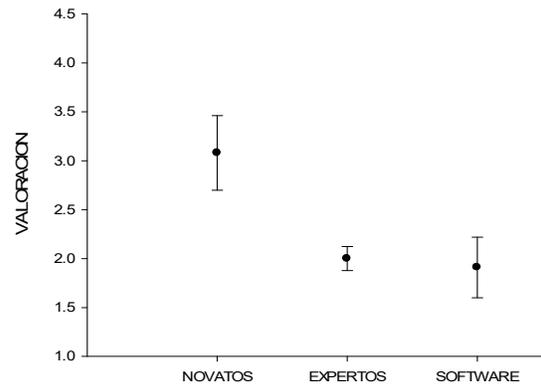
POSICION 13



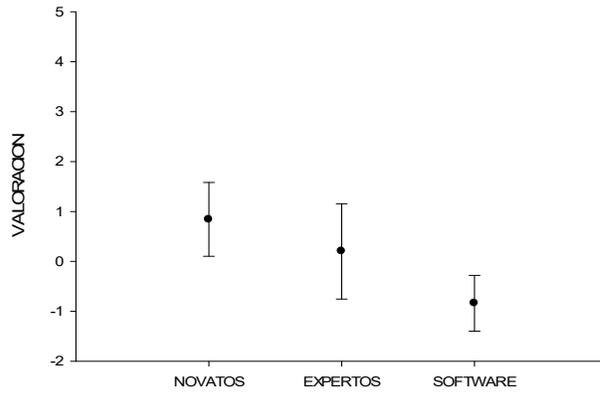
POSICION 14



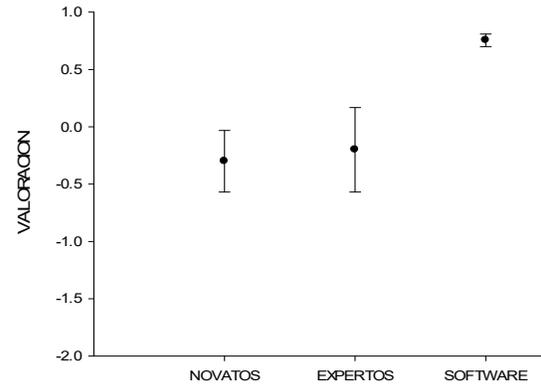
POSICION 15



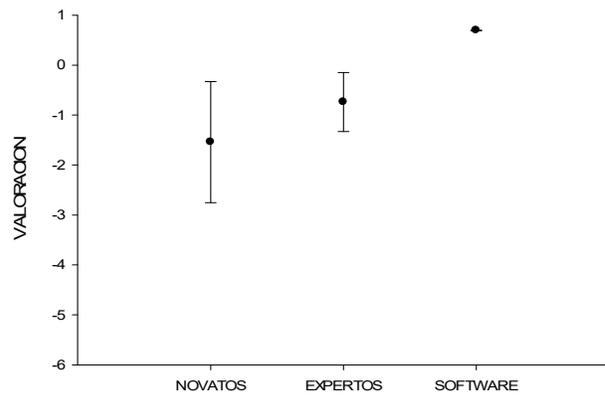
POSICION 16



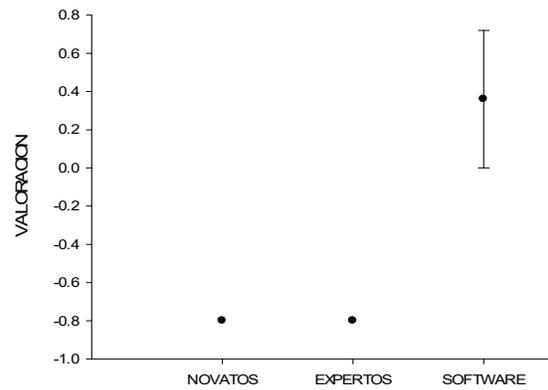
POSICION 17



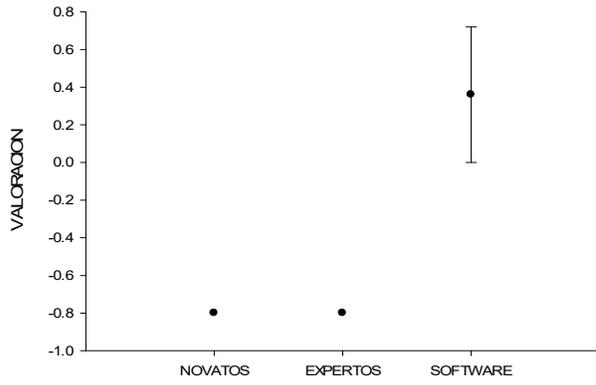
POSICION 18



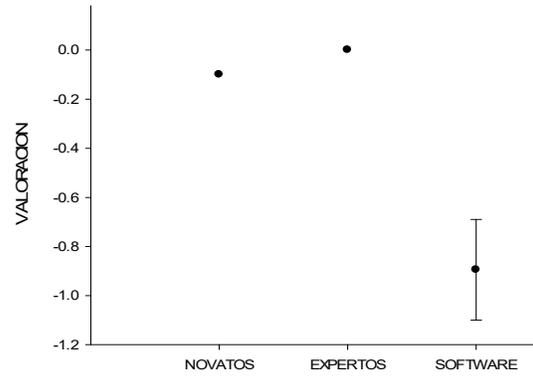
POSICION 19



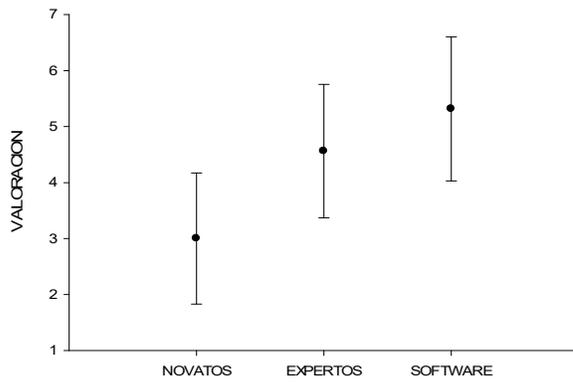
POSICION 20



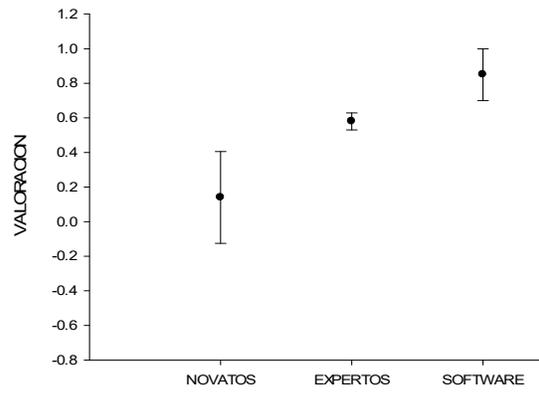
POSICION 21



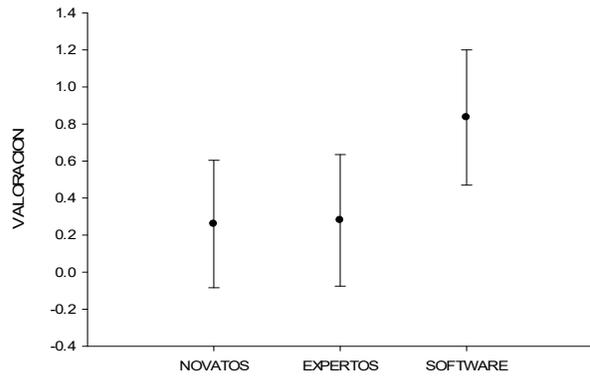
POSICION 22



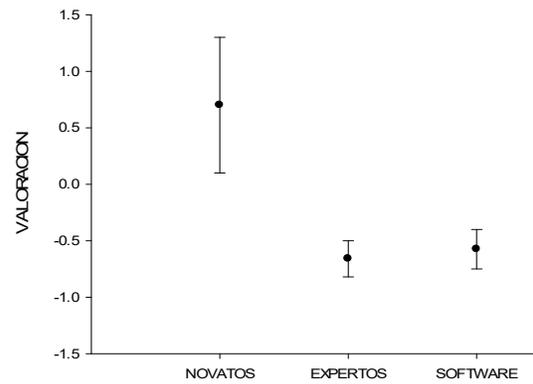
POSICION 23



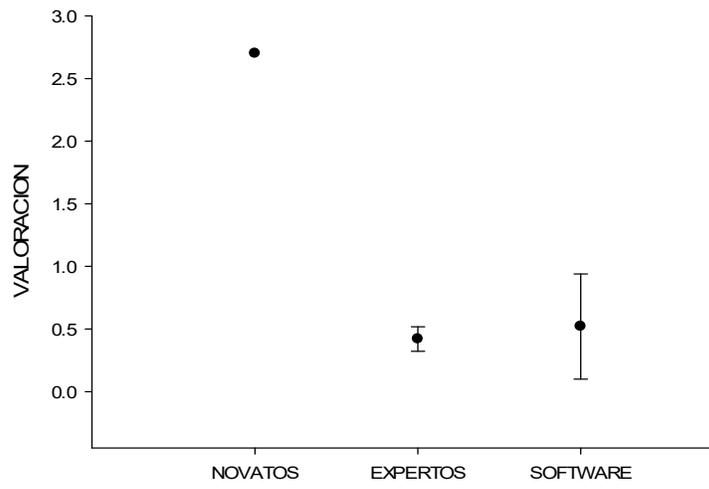
POSICION 24



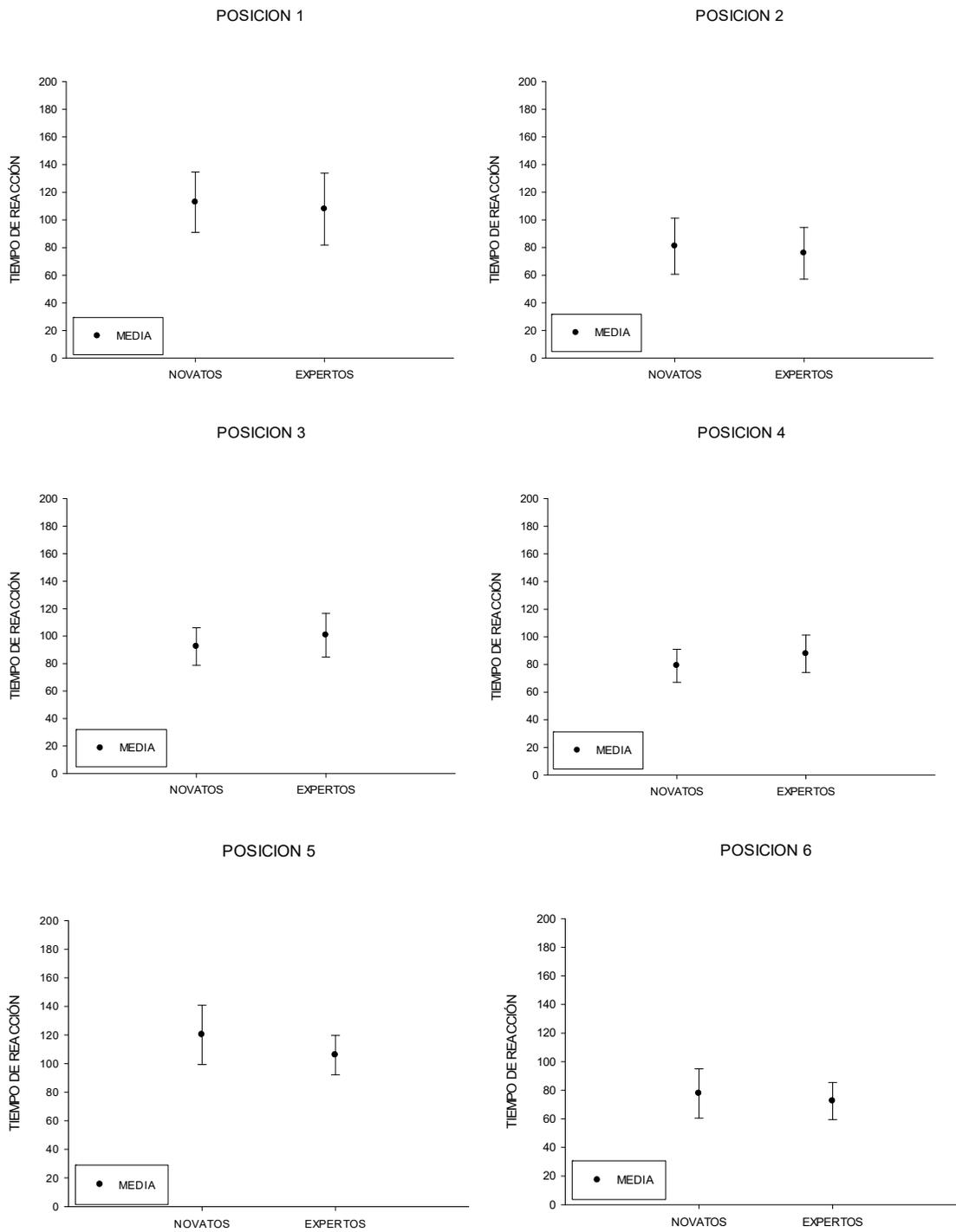
POSICION 25



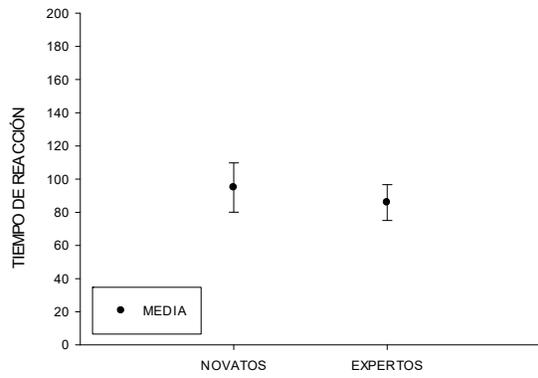
POSICION 26



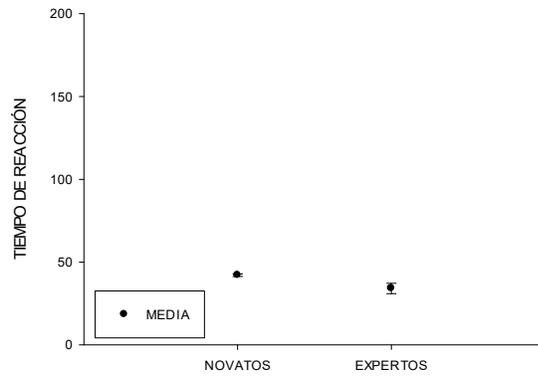
E) Tiempos de Reacción en Posiciones



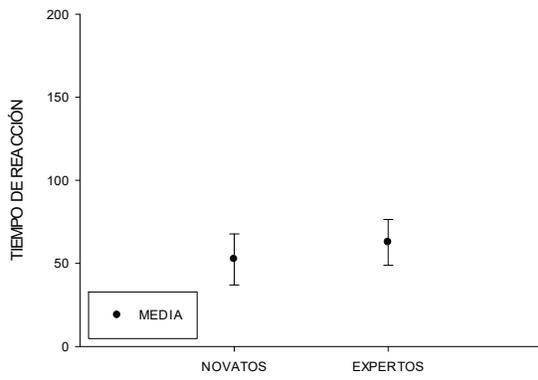
POSICION 7



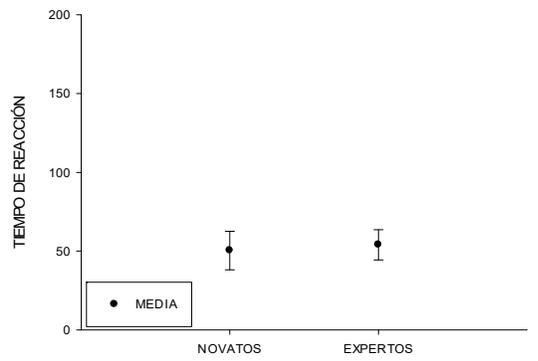
POSICION 8



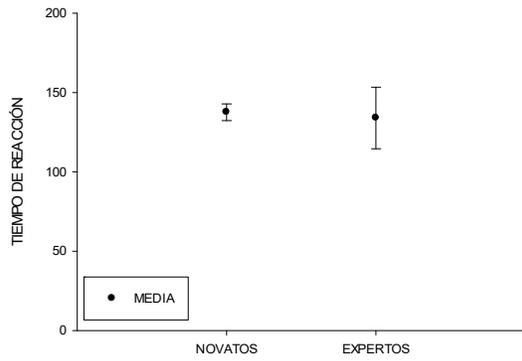
POSICION 9



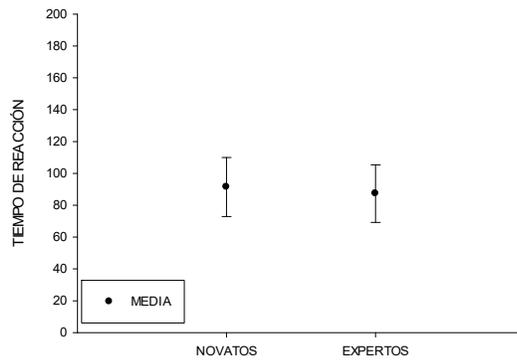
POSICION 10



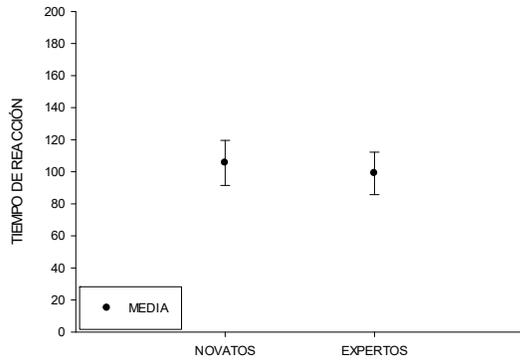
POSICION 11



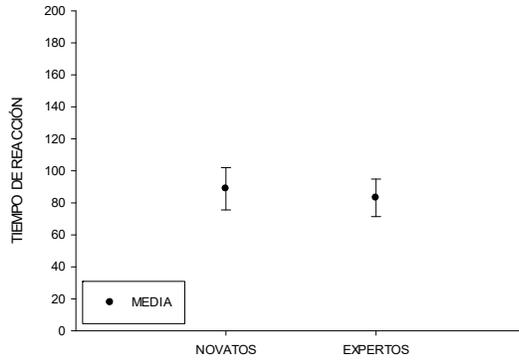
POSICION 12



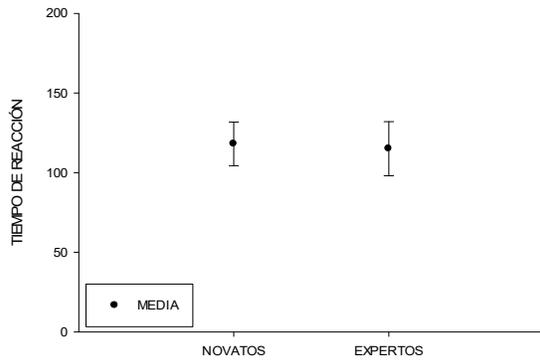
POSICION 13



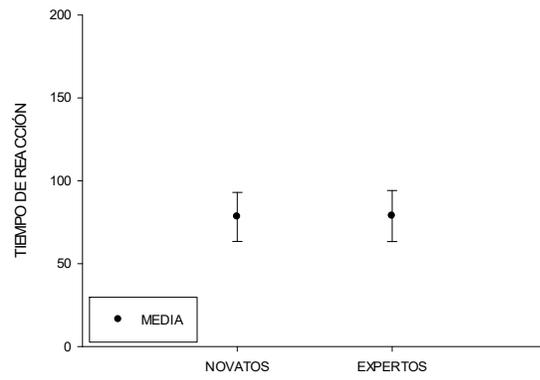
POSICION 14



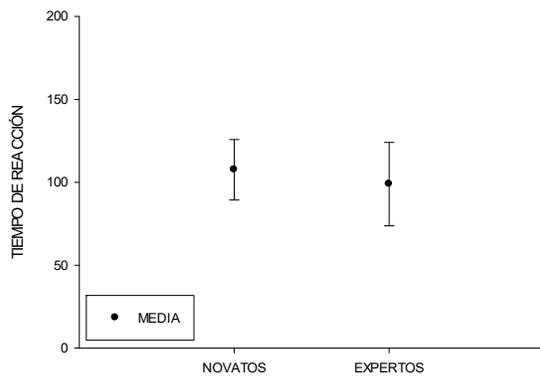
POSICION 15



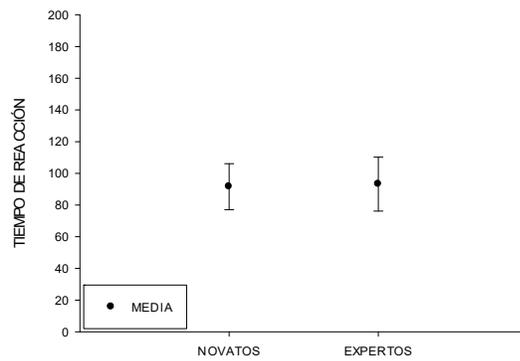
POSICION 16



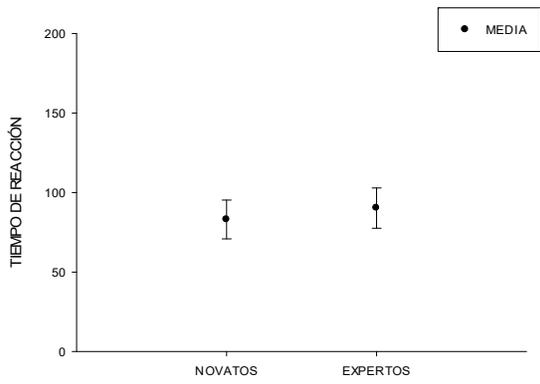
POSICION 17



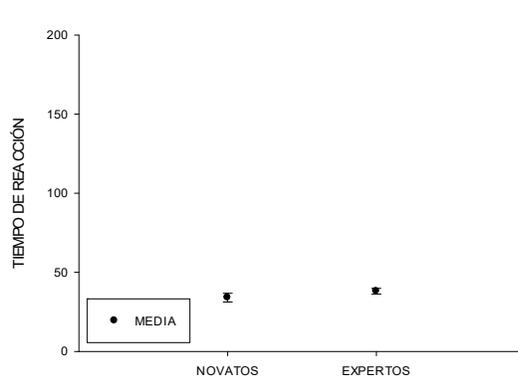
POSICION 18



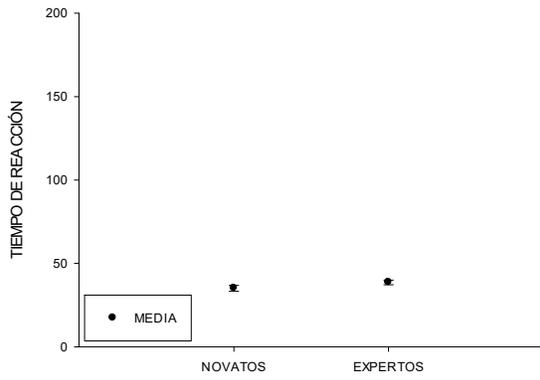
POSICION 19



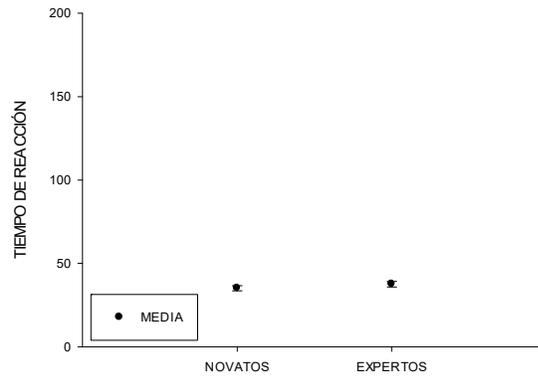
POSICION 20



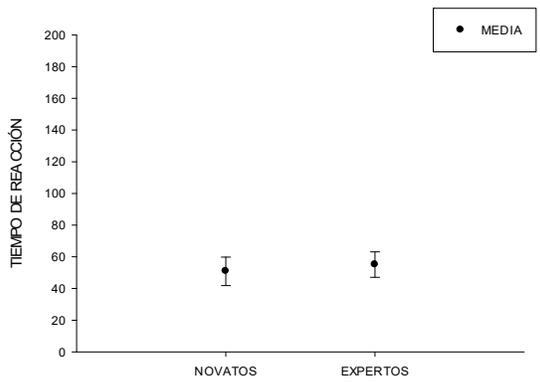
POSICION 21



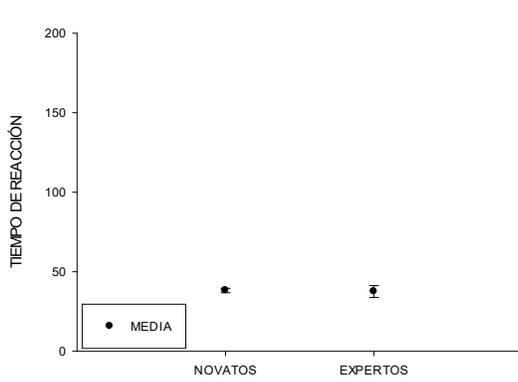
POSICION 22



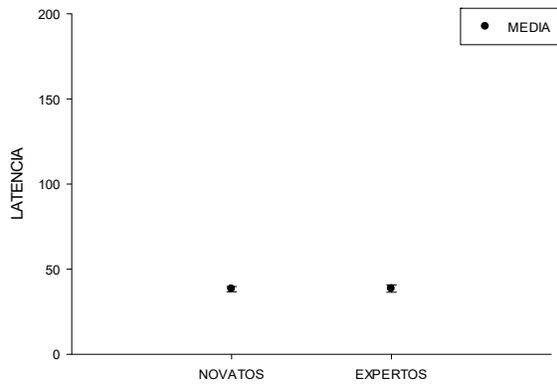
POSICION 23



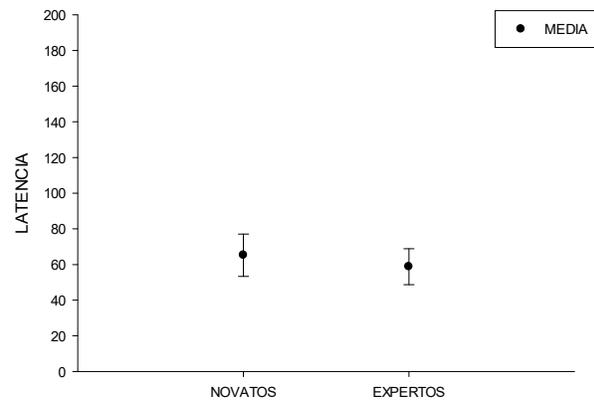
POSICION 24



POSICION 25



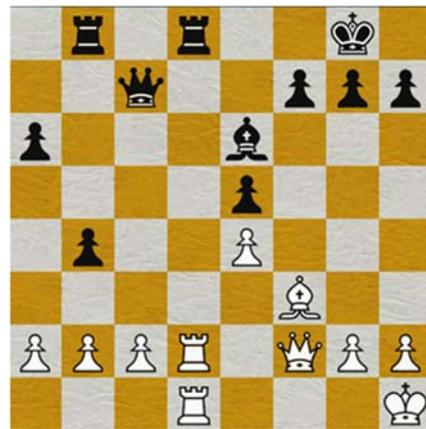
POSICION 26



F) Problemas de Ajedrez



Problema 1. Juegan Blancas



Problema 2. Juegan Blancas



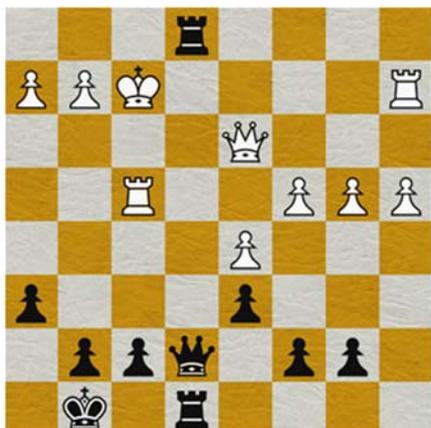
Problema 3. Juegan Blancas



Problema 4. Juegan Blancas



Problema 5. Juegan Negras



Problema 7. Juegan Negras



Problema 9. Juegan Negras



Problema 11. Juegan Negras

Problema 6. Juegan Negras



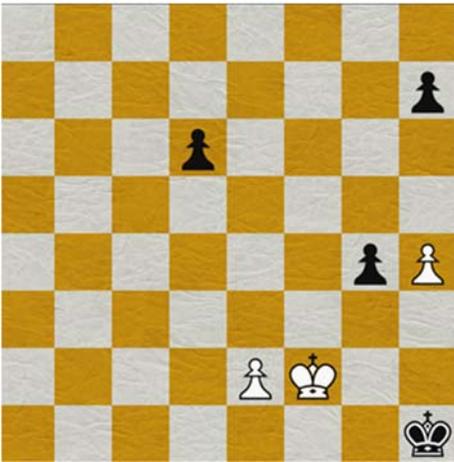
Problema 8. Juegan Negras



Problema 10. Juegan Blancas



Problema 12. Juegan Negras



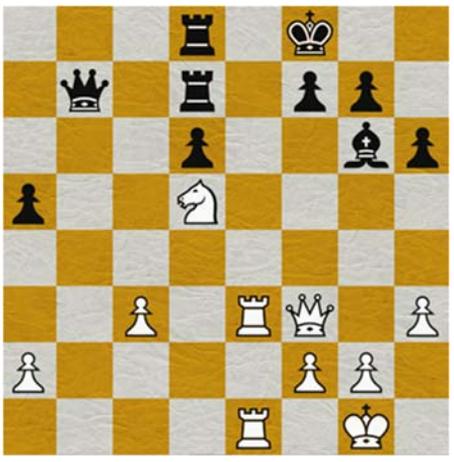
Problema 13. Juegan Blancas



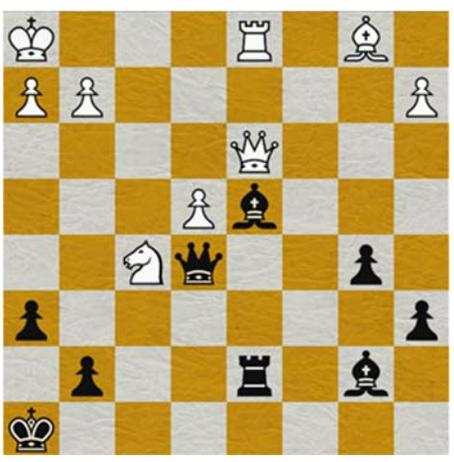
Problema 14. Juegan Negras



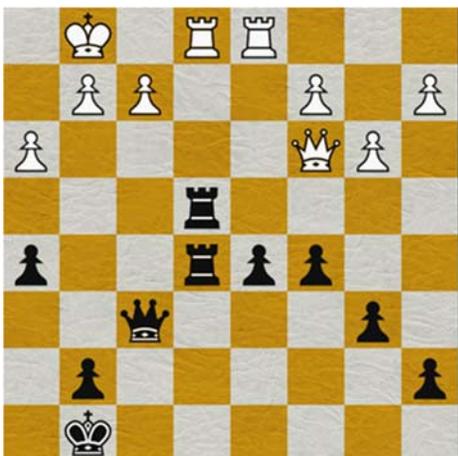
Problema 15. Juegan Negras



Problema 16. Juegan Blancas



Problema 17. Juegan Negras



Problema 19. Juegan Negras



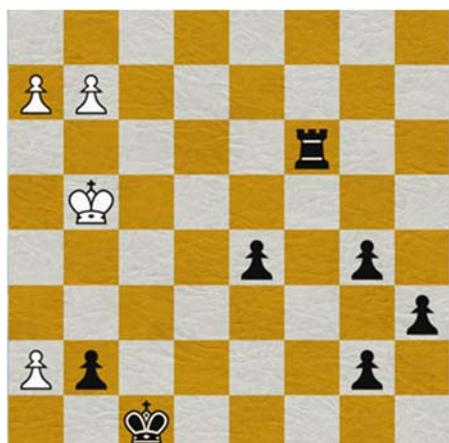
Problema 21. Juegan Negras



Problema 18. Juegan Negras



Problema 20. Juegan Blancas



Problema 22. Juegan Negras

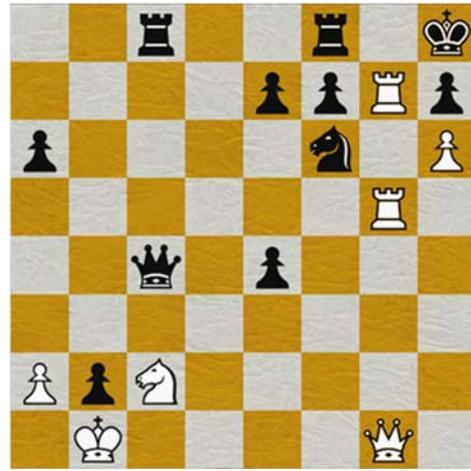


Problema 23. Juegan Blancas



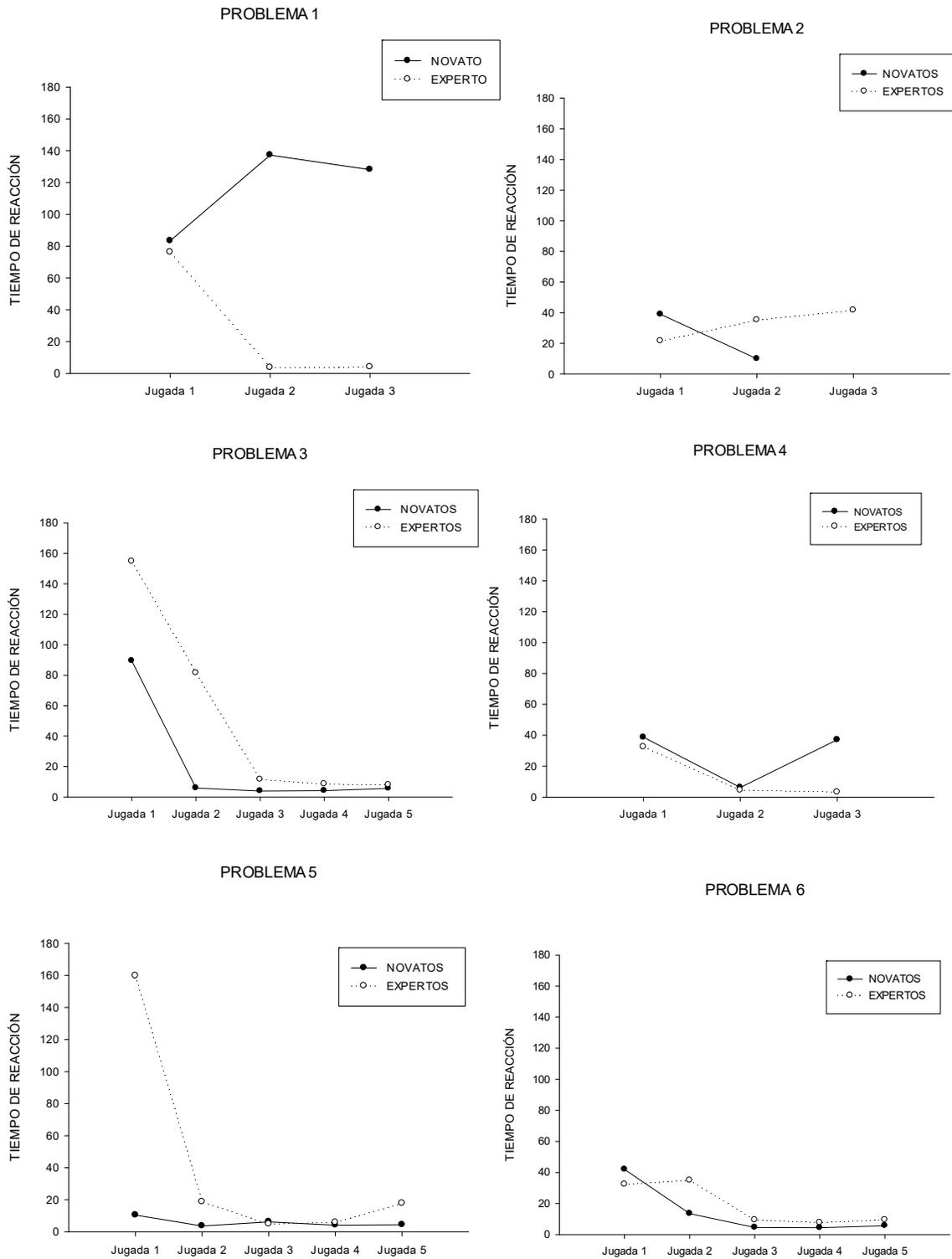
Problema 25. Juegan Blancas

Problema 24. Juegan Blancas

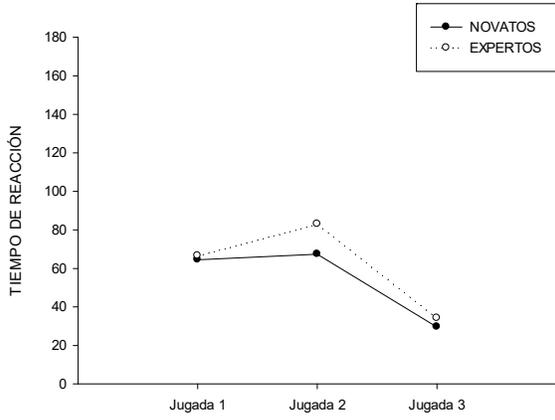


Problema 26. Juegan Blancas

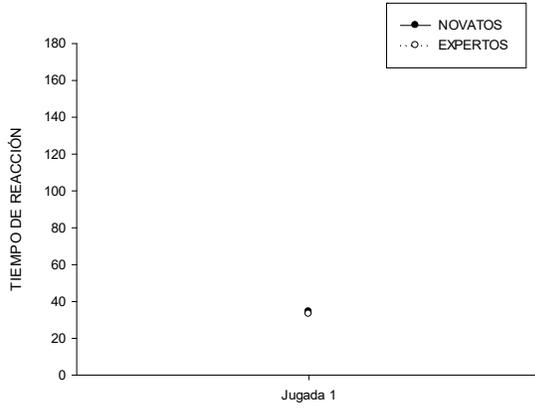
G) Tiempos de Reacción en Problemas



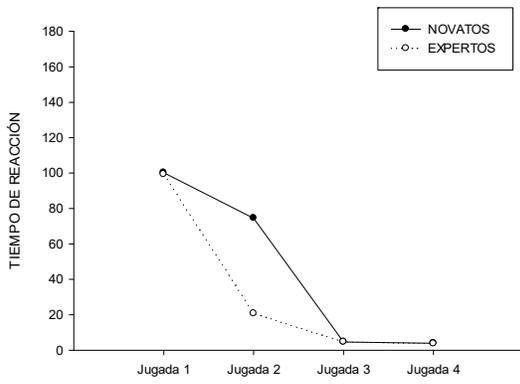
PROBLEMA 7



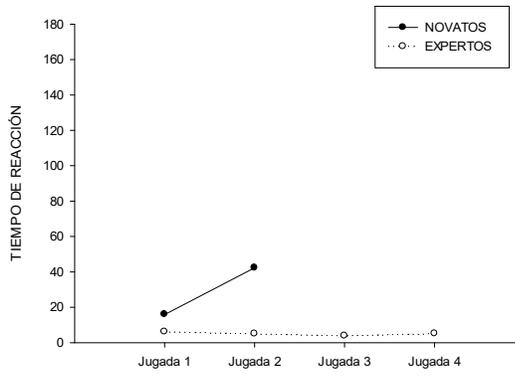
PROBLEMA 8



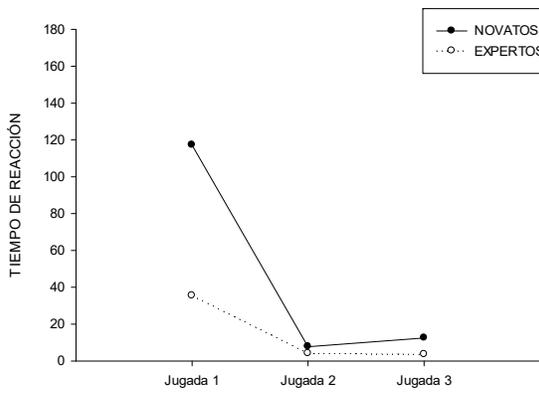
PROBLEMA 9



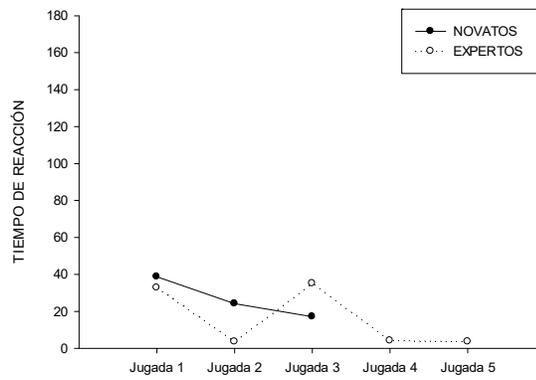
PROBLEMA 10



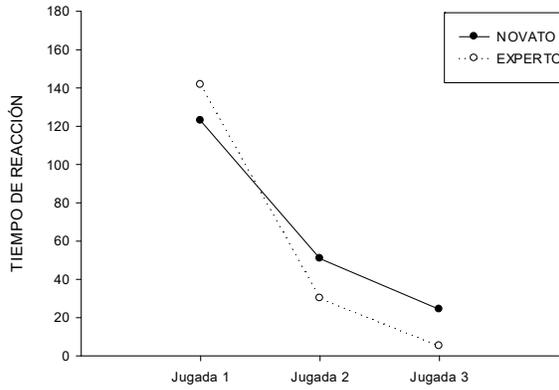
PROBLEMA 11



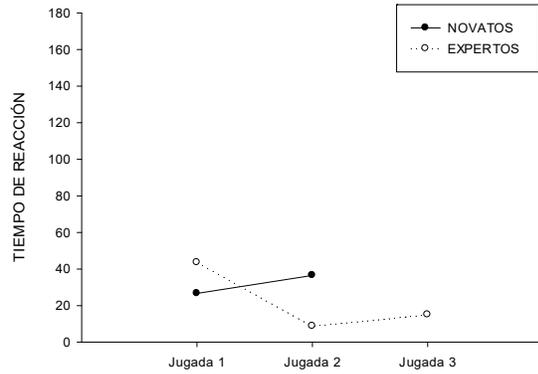
PROBLEMA 12



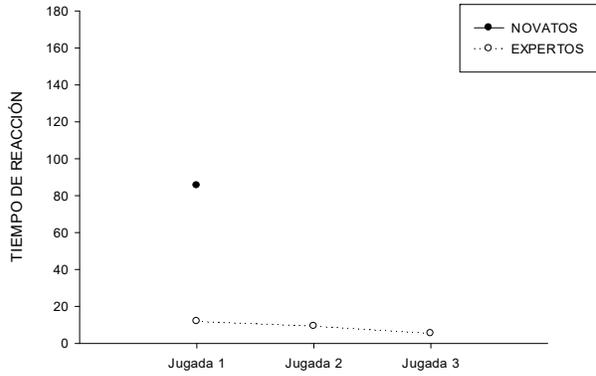
PROBLEMA 13



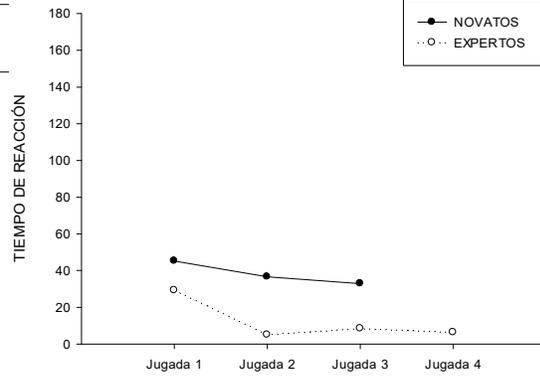
PROBLEMA 14



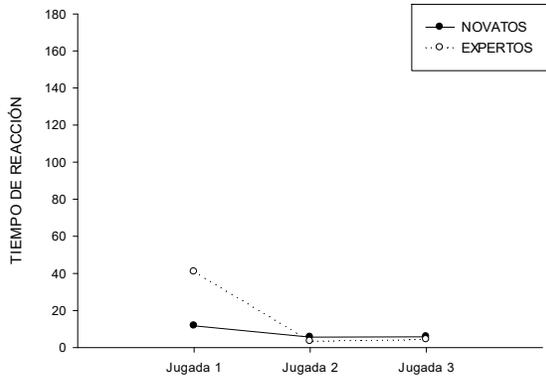
PROBLEMA 15



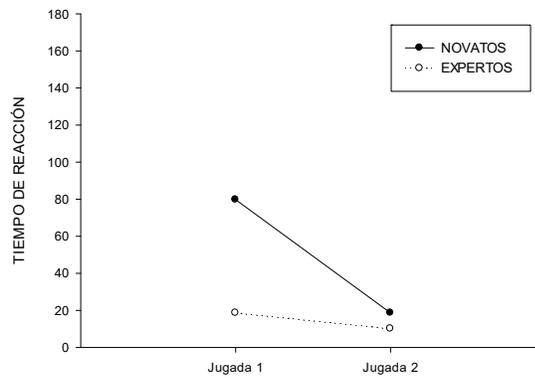
PROBLEMA 16



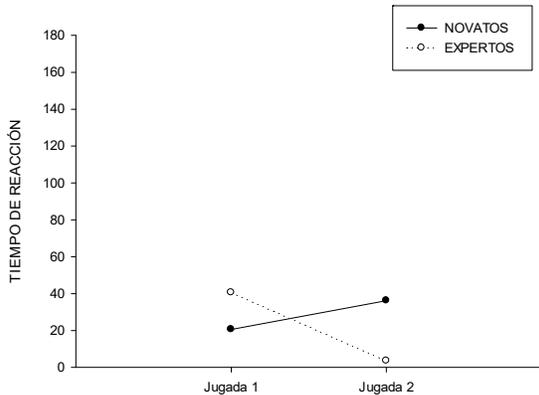
PROBLEMA 17



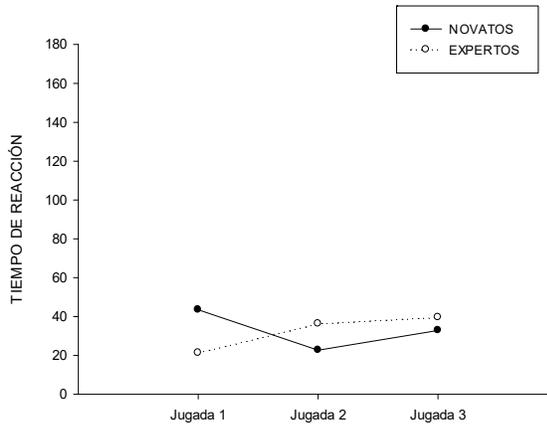
PROBLEMA 18



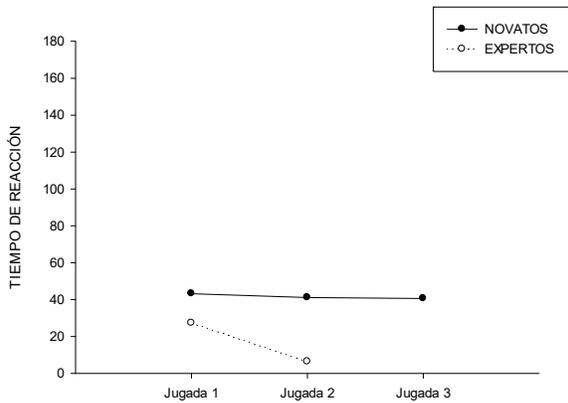
PROBLEMA 19



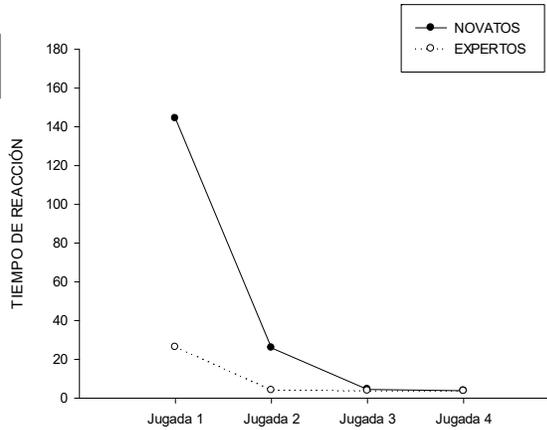
PROBLEMA 20



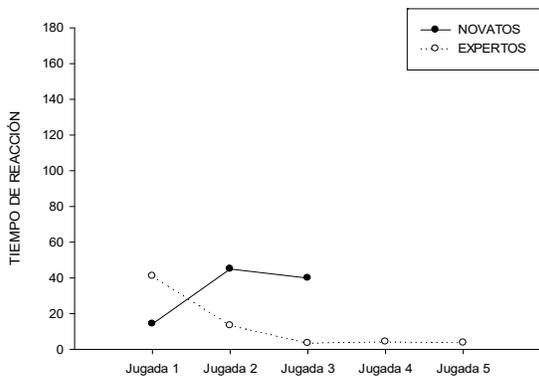
PROBLEMA 21



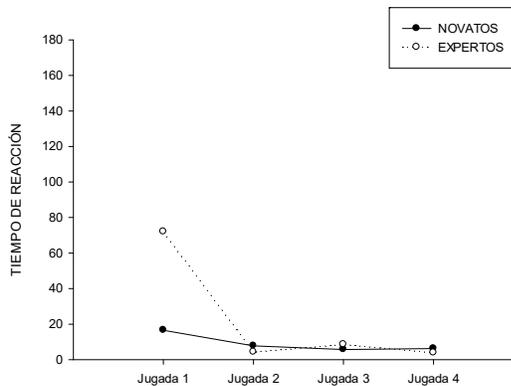
PROBLEMA 22



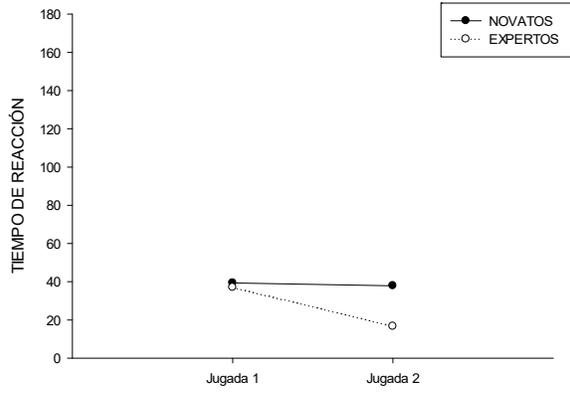
PROBLEMA 23



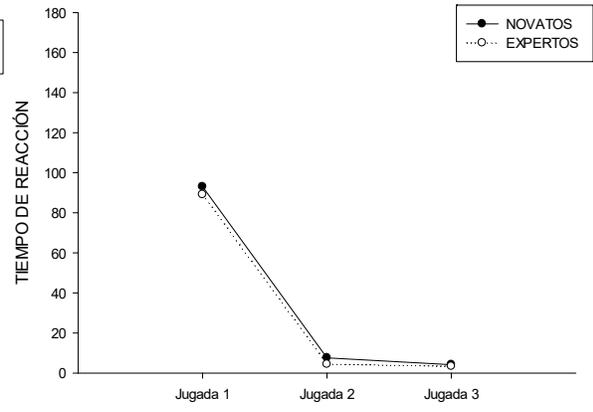
PROBLEMA 24



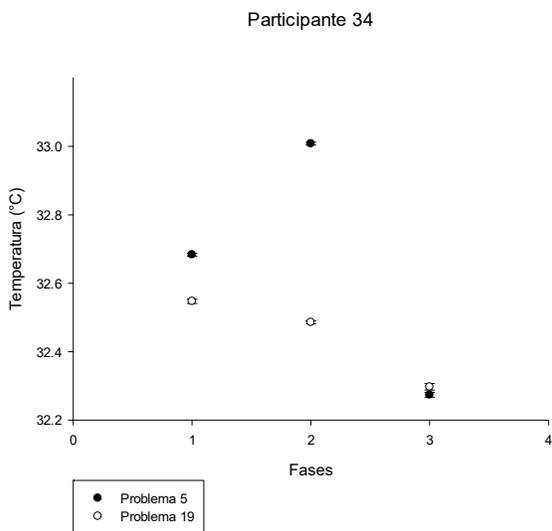
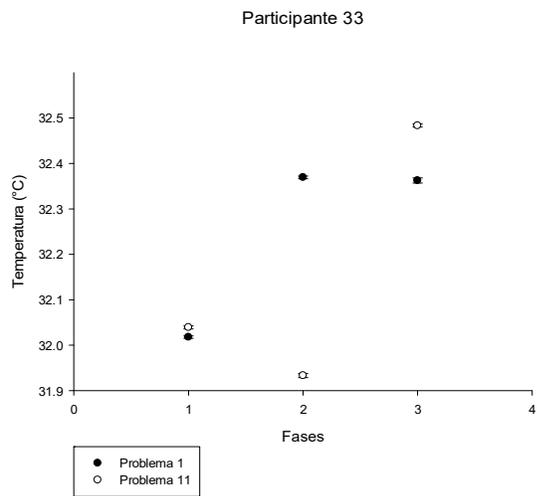
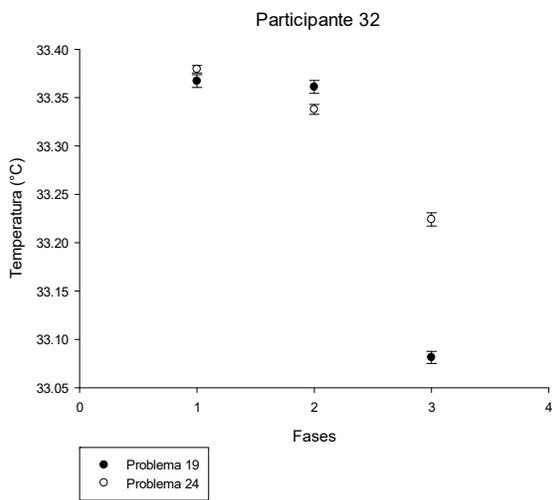
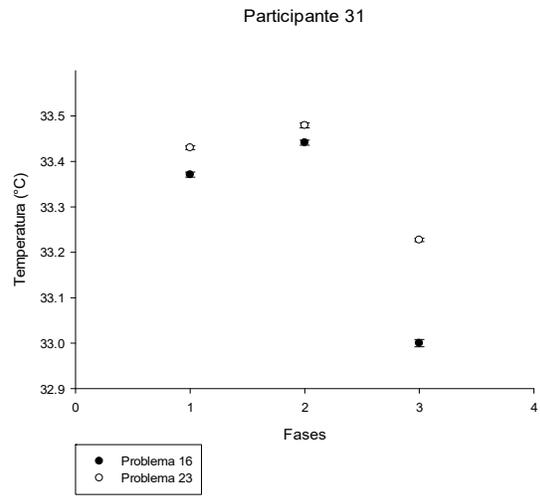
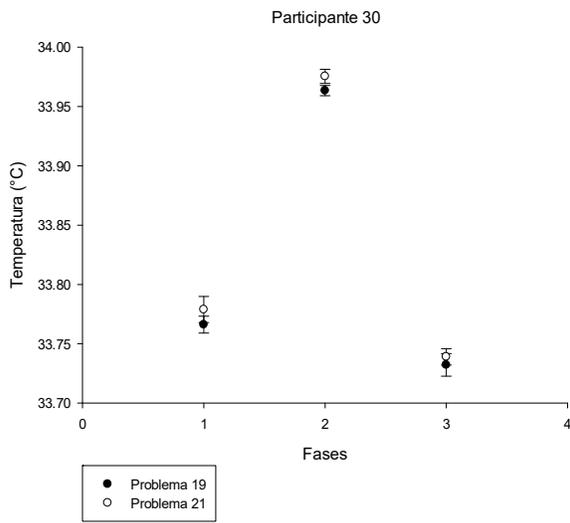
PROBLEMA 25

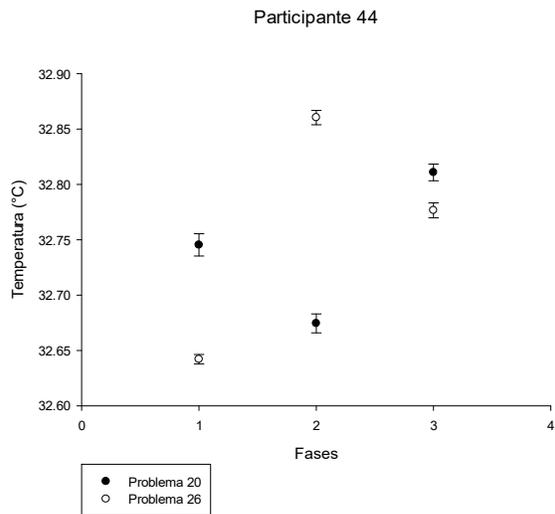
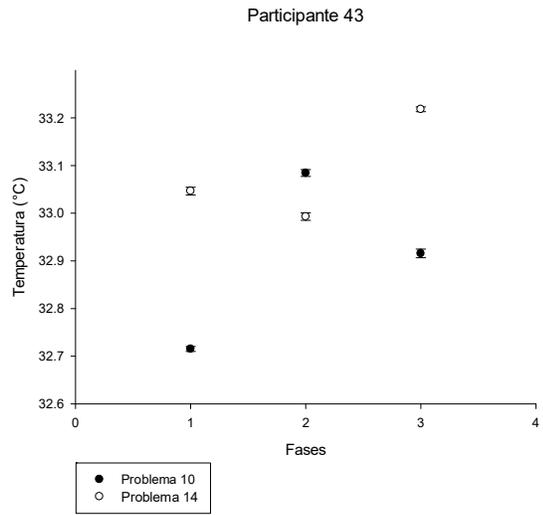
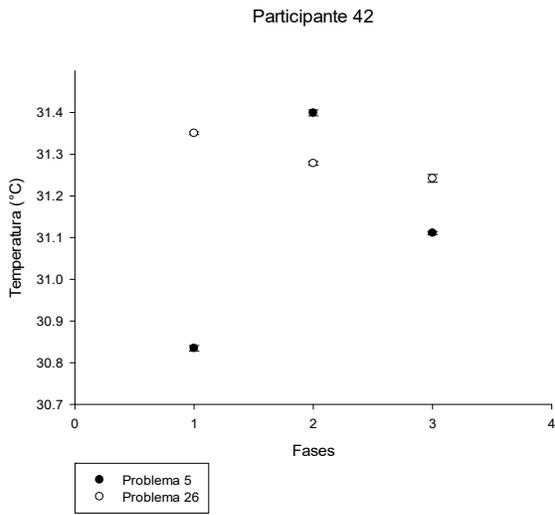
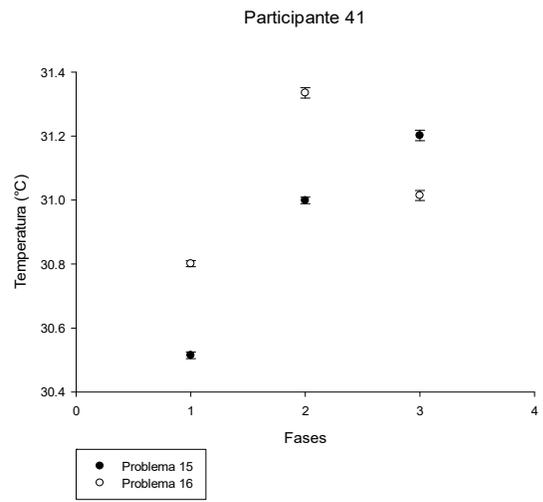
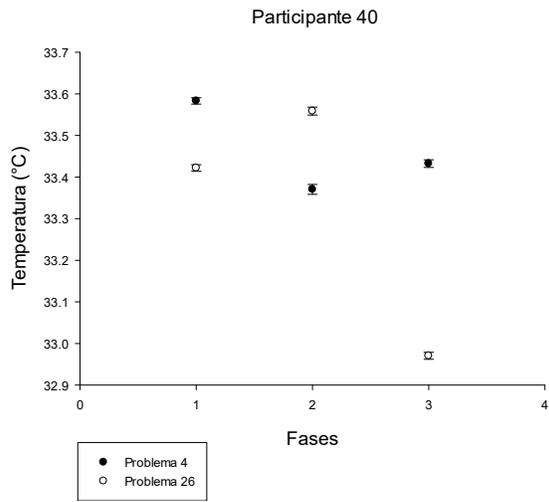


PROBLEMA 26

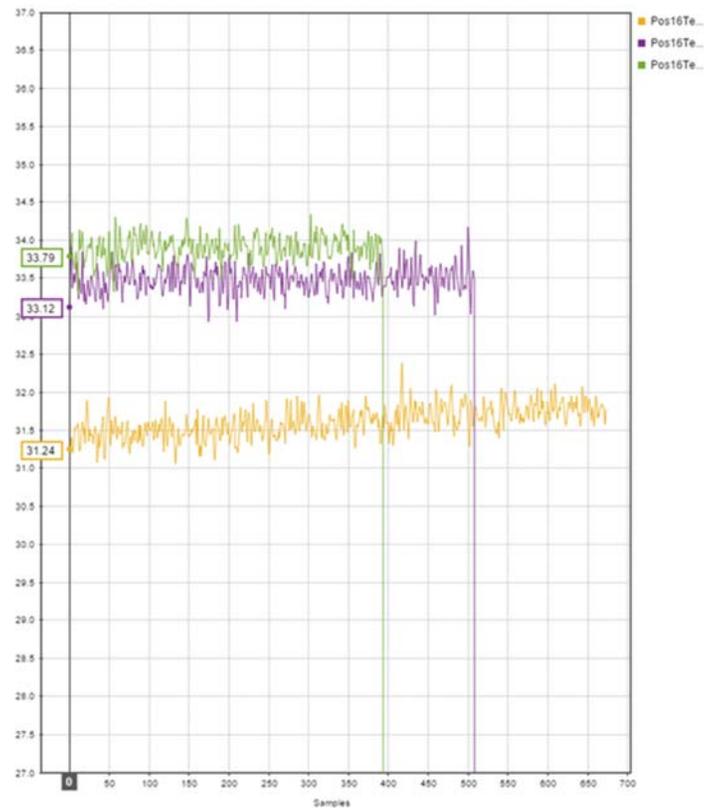
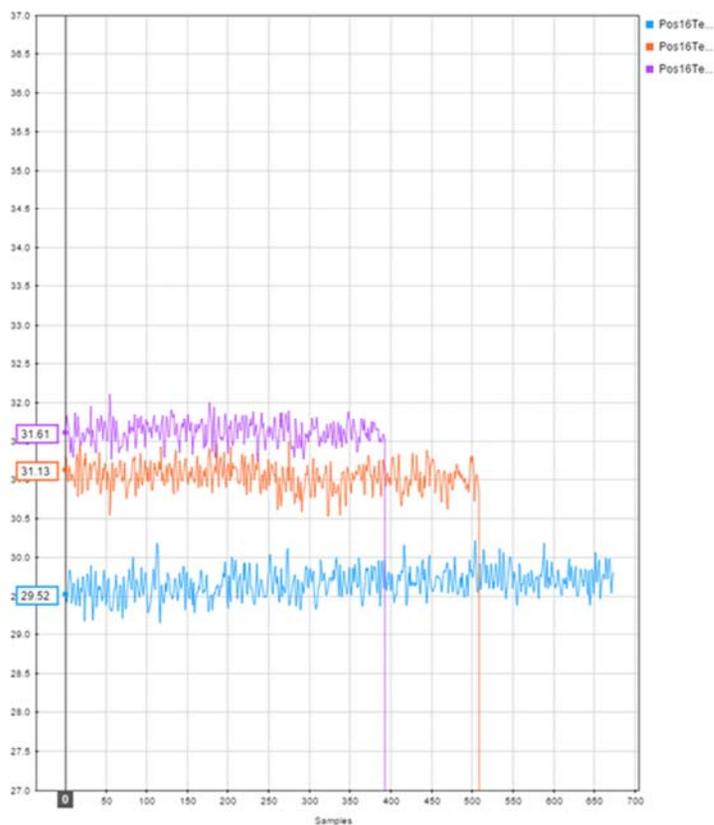


H) Diferencias en Temperatura

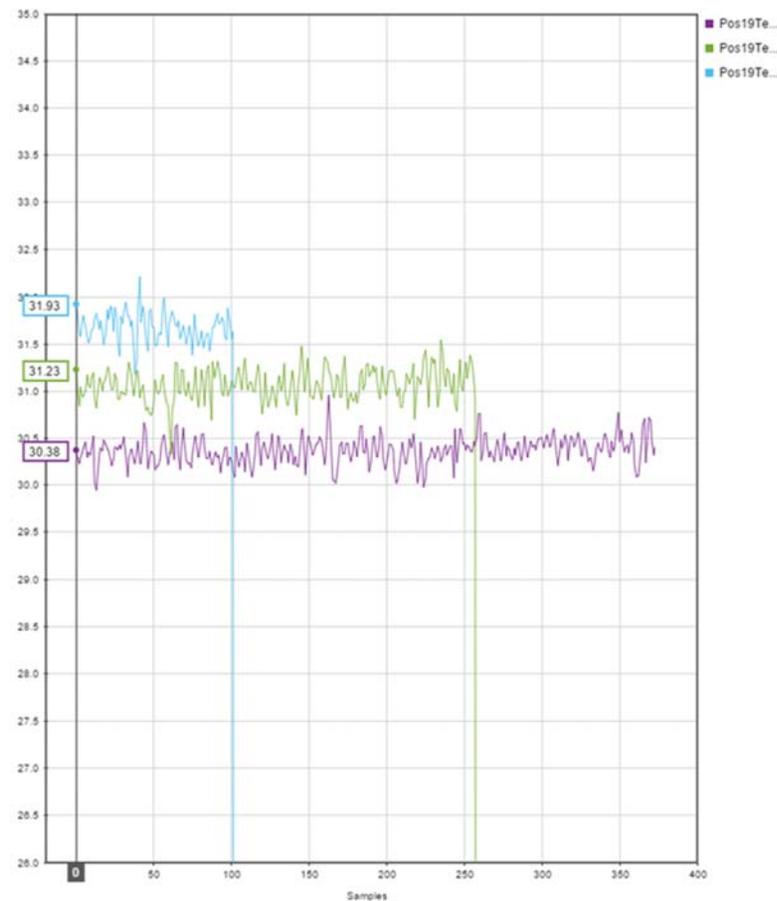
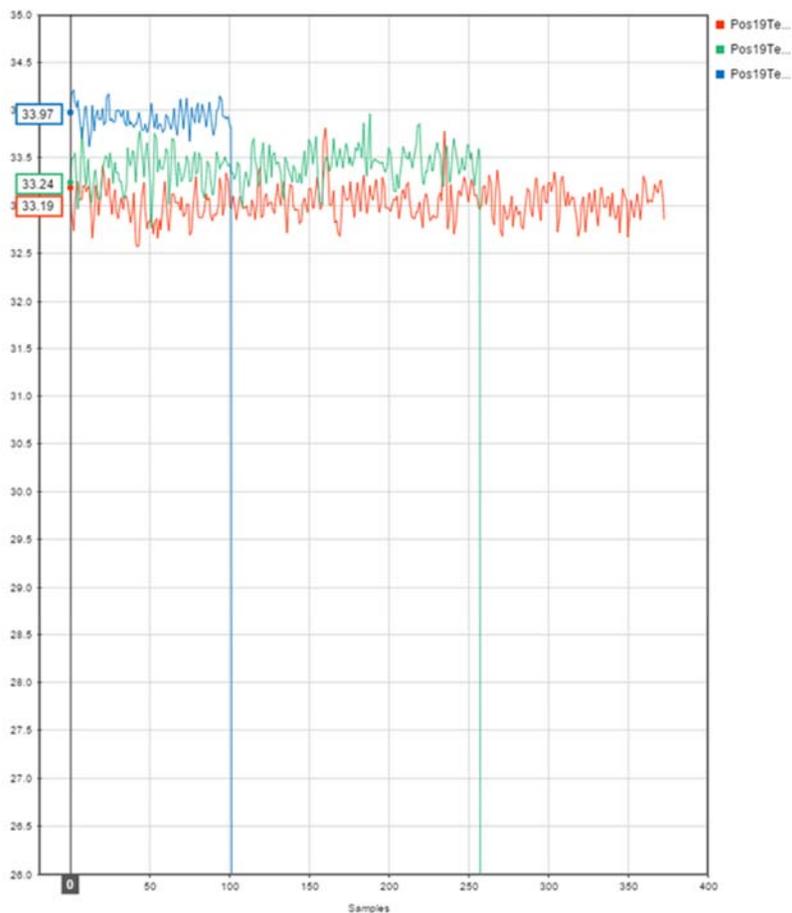




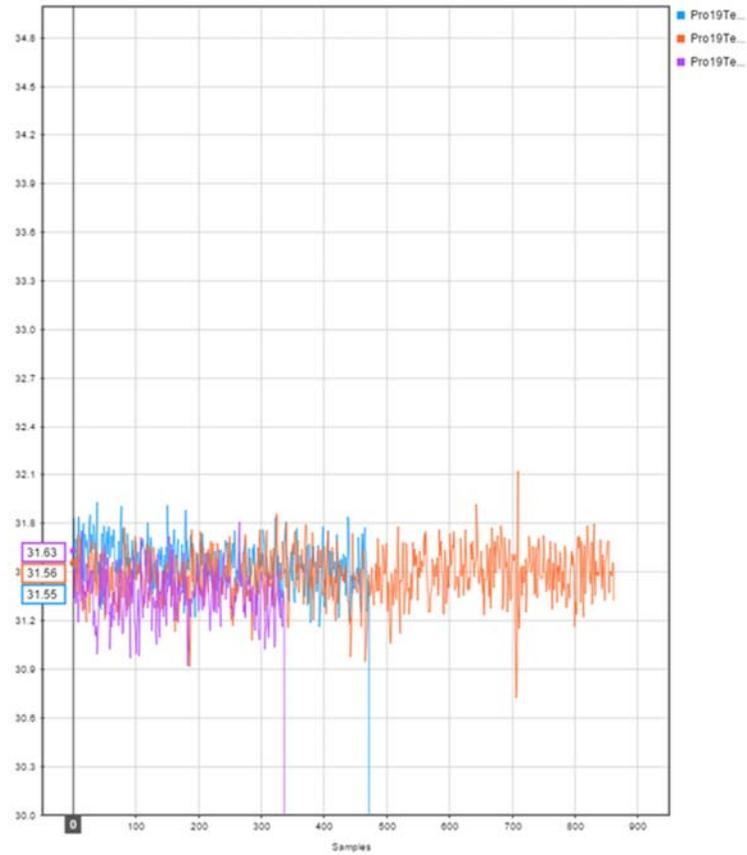
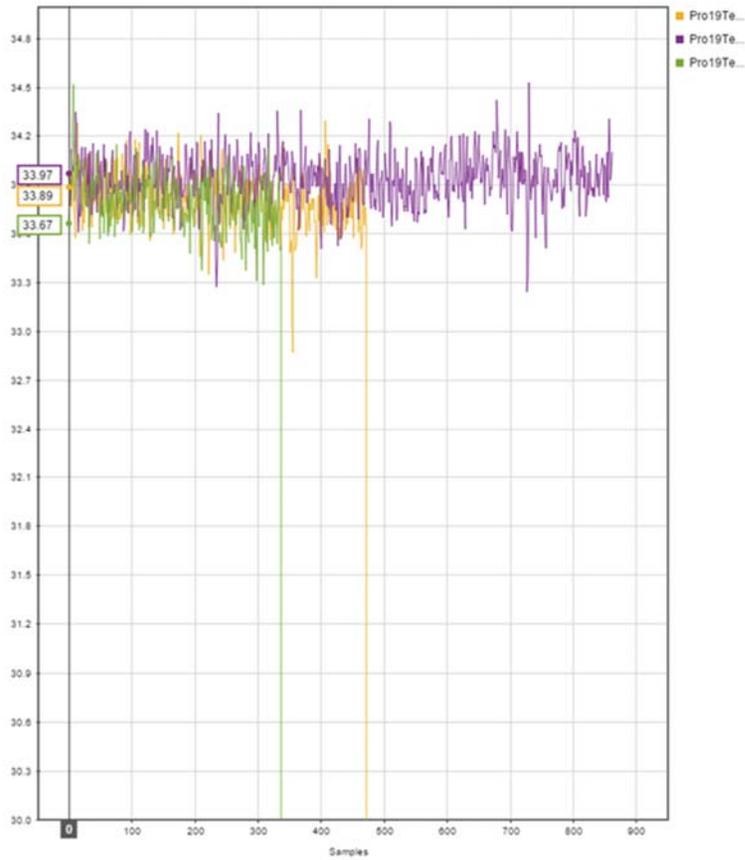
I) Registro Fisiológico.



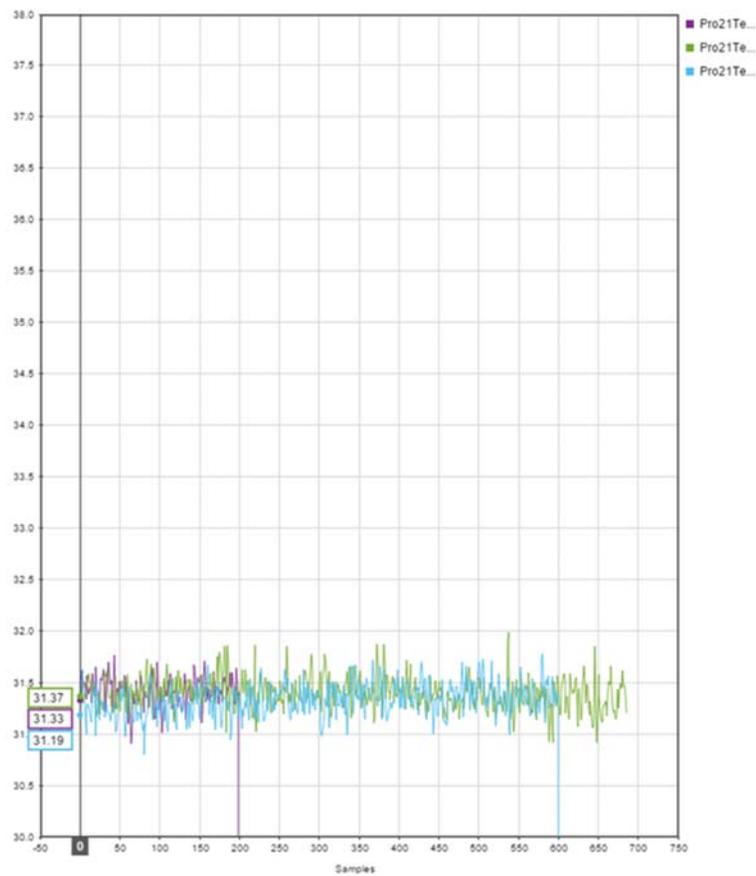
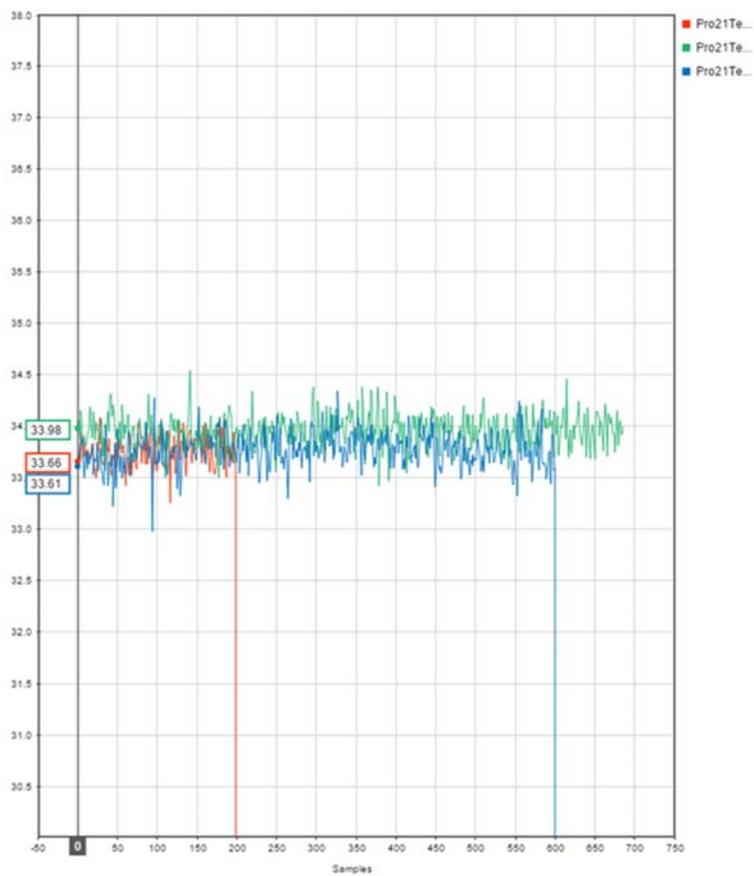
Nota: Registro del participante 30 correspondiente a la posición #16 que se presentó durante las 3 fases de posiciones. Del lado izquierdo está el registro de temperatura en la frente y del lado derecho el de la nariz. En la primera fase la temperatura en la frente fue de 29.52°, en la segunda 31.23° y en la tercera 31.61°. La temperatura de la nariz en la primera fase fue de 31.24°, en la segunda fue de 33.12° y en la última fase fue de 33.79°.



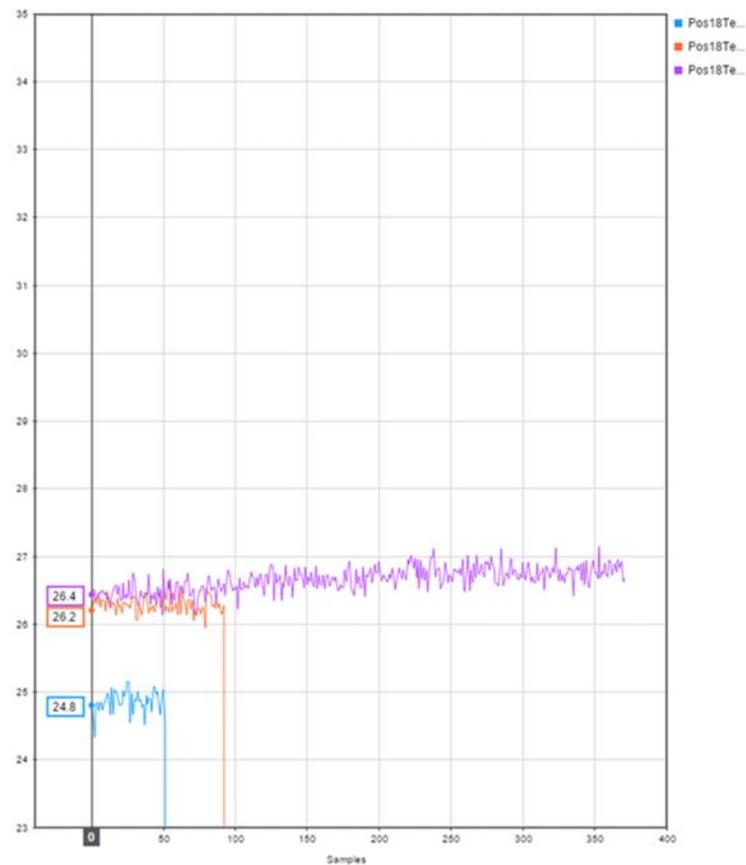
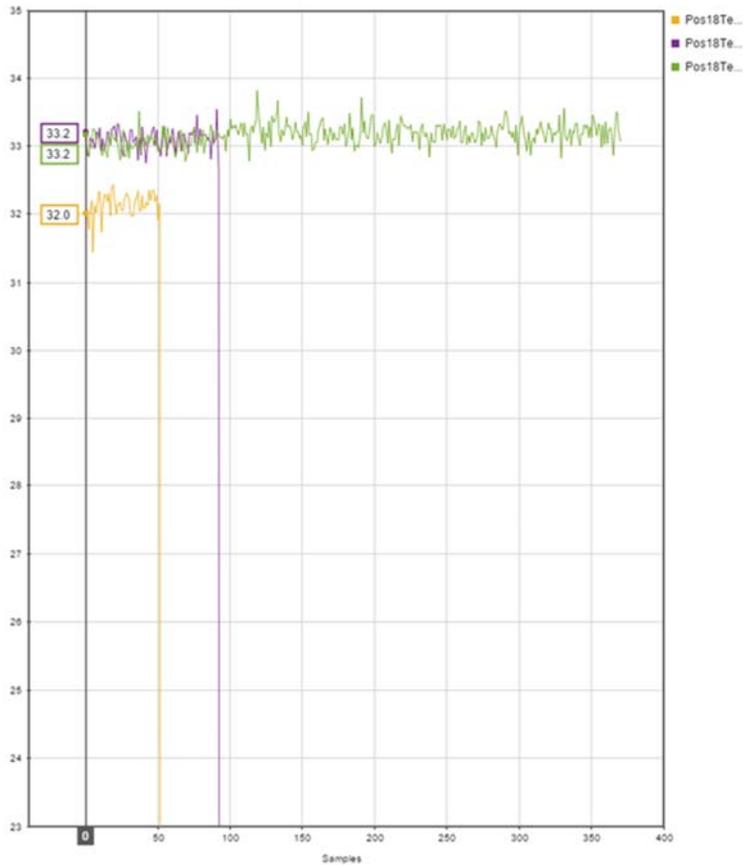
Nota: Registro de temperatura del participante 30 correspondiente a la posición #19 que se presentó en las tres fases. Del lado izquierdo el registro de temperatura en la nariz fue en la primera fase de 33.19°, en la segunda de 33.24° y en la tercera de 33.97°. Del lado derecho el registro de temperatura en la nariz muestra que en la primera fase se inició con 30.38°, en la segunda 31.23° y en la tercera 31.93°.



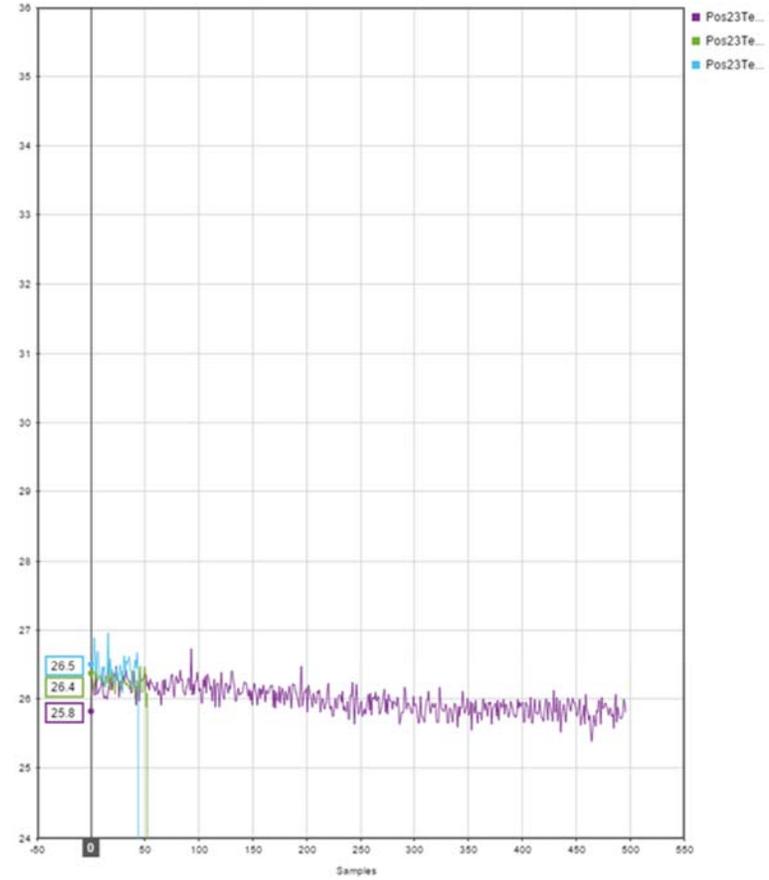
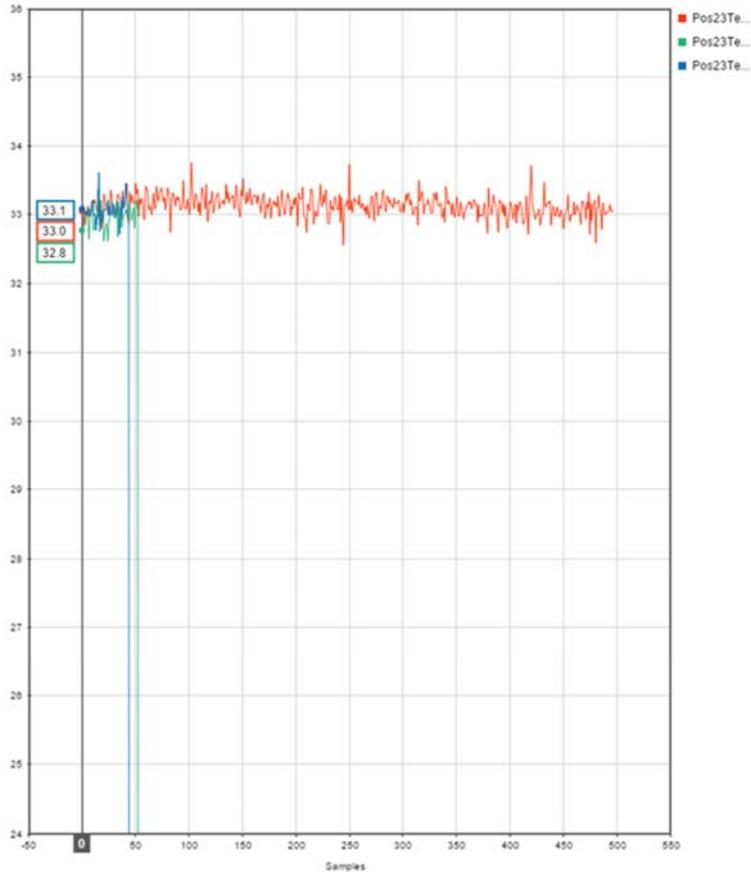
Nota: Registro de temperatura del participante 30 correspondiente al problema #19 que se presentó en las 3 fases. Del lado izquierdo el registro de temperatura en la frente muestra las variaciones, con 33.89° en fase 1, 33.97° en fase 2 y 33.67° en fase 3. Del lado izquierdo la temperatura de la nariz que vario en la primera fase con 31.55°, en la segunda 31.56° y en la tercera 31.63°.



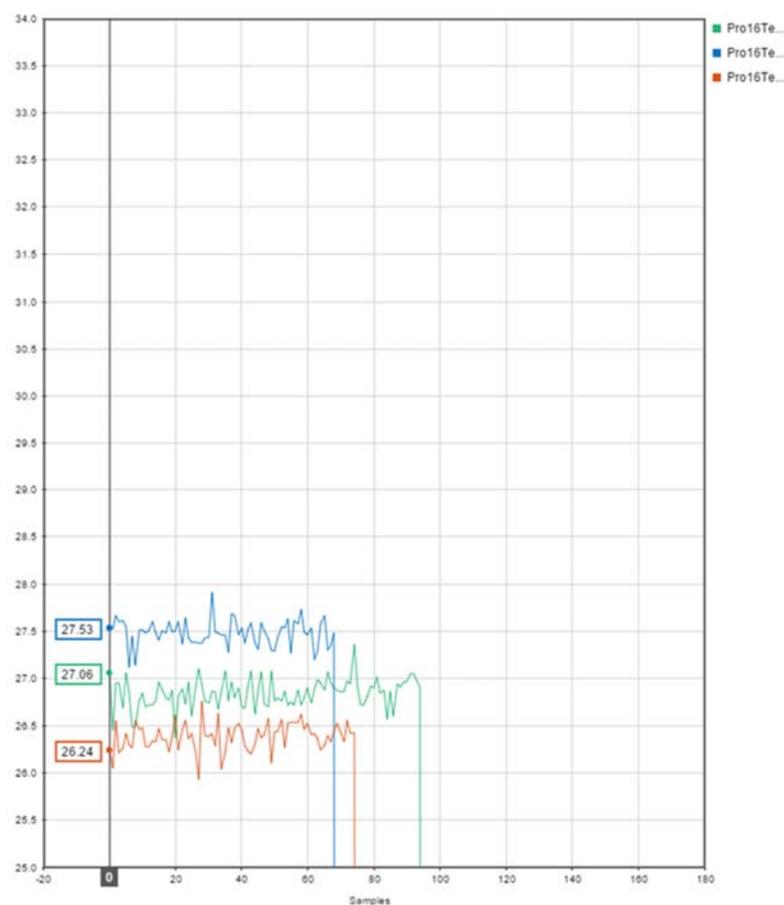
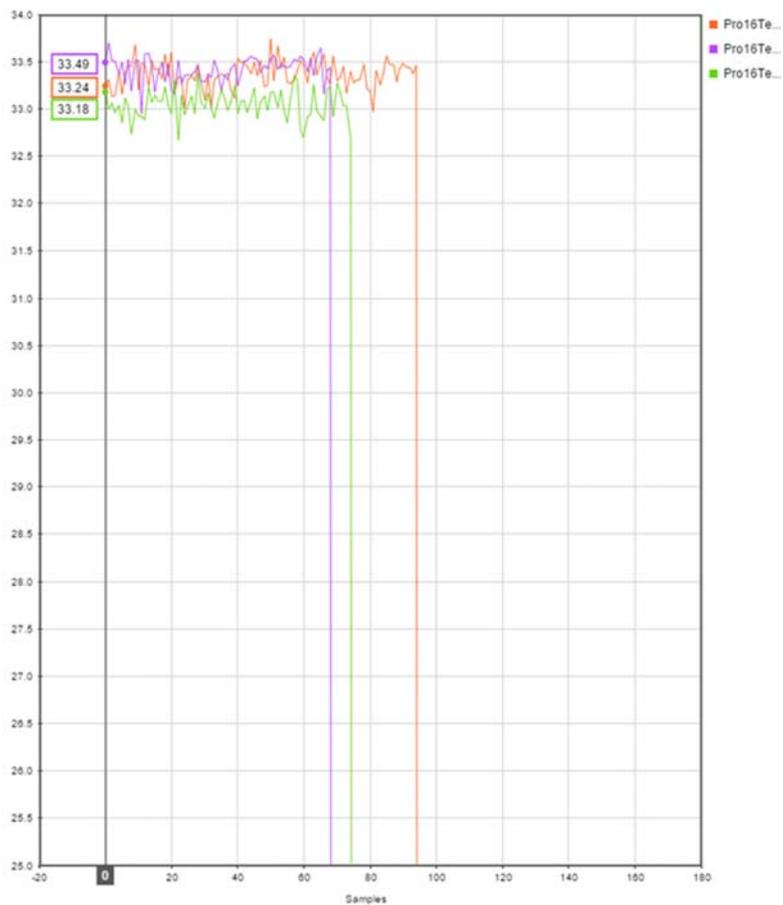
Nota: Registro de temperatura del participante 30 correspondiente al problema #21. Del lado izquierdo el registro en frente en la primera fase de 33.66° , la segunda de 33.98° y en la tercera 33.61° . Del lado derecho el registro de temperatura en la nariz en la primera fase fue de 31.33° , en la segunda 31.37° y en la tercera 31.19° .



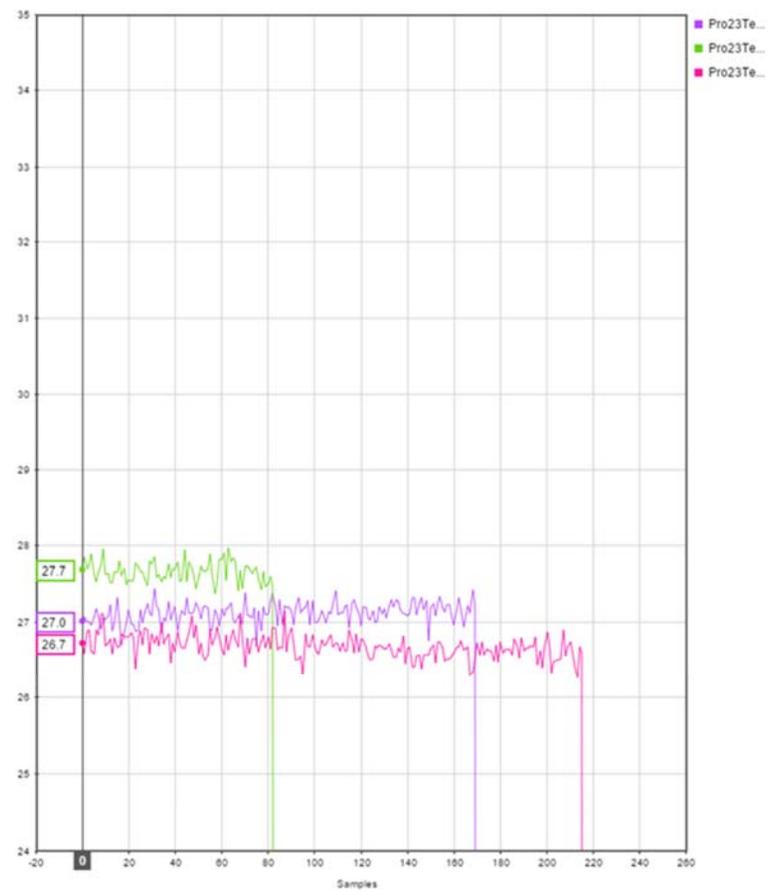
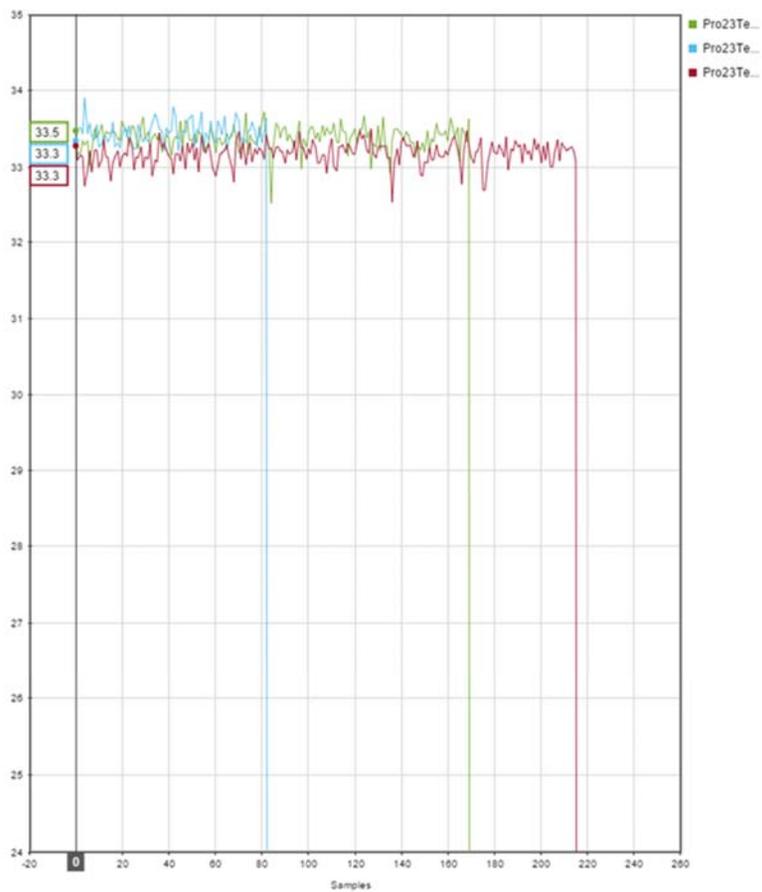
Nota: Registro de temperatura del participante 31 en la posición #18 que se repitió a lo largo de las 3 fases de la tarea. Del lado izquierdo el registro de temperatura en frente en la primera fase como 32.0°, en la segunda 33.2° y en la tercera 33.2°. Del lado derecho se muestra que el registro de temperatura en la primera fase del problema fue de 24.8°, en la segunda de 26.2° y en la tercera de 26.4°.



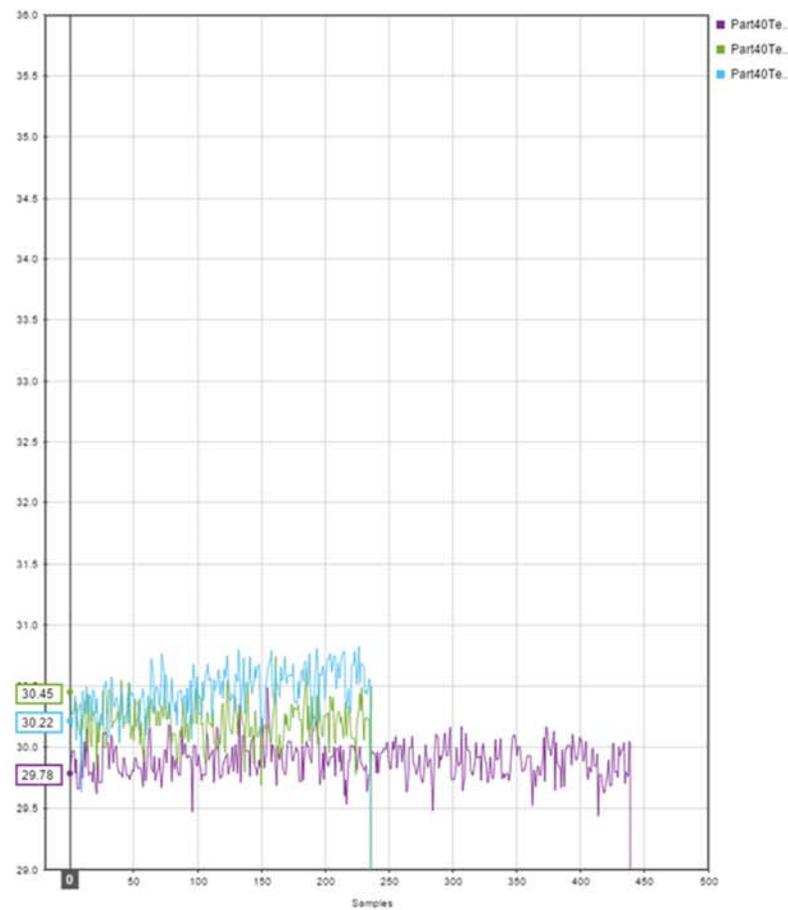
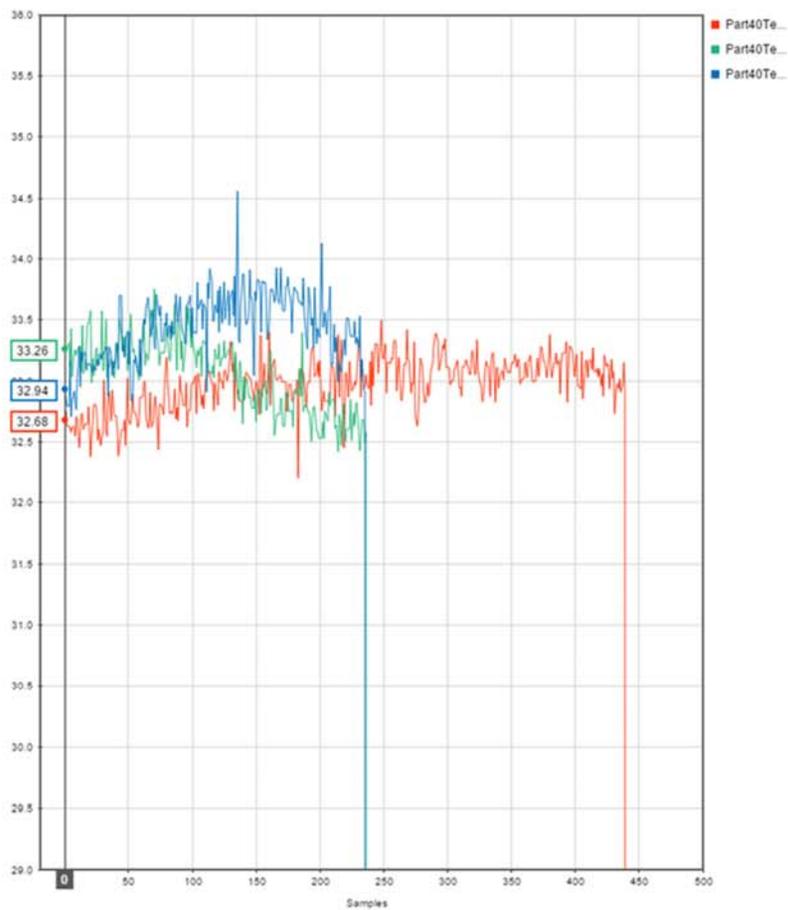
Nota: Registro de temperatura del participante 31 correspondiente a la posición #23. Del lado izquierdo el registro de temperatura en la frente de la primera fase 33.0°, en la segunda 32.8° y en la tercera 33.1°. Del lado derecho el registro de temperatura en nariz en la primera fase fue de 25.8°, en la segunda fue de 26.4° y en la tercera fue de 26.5°.



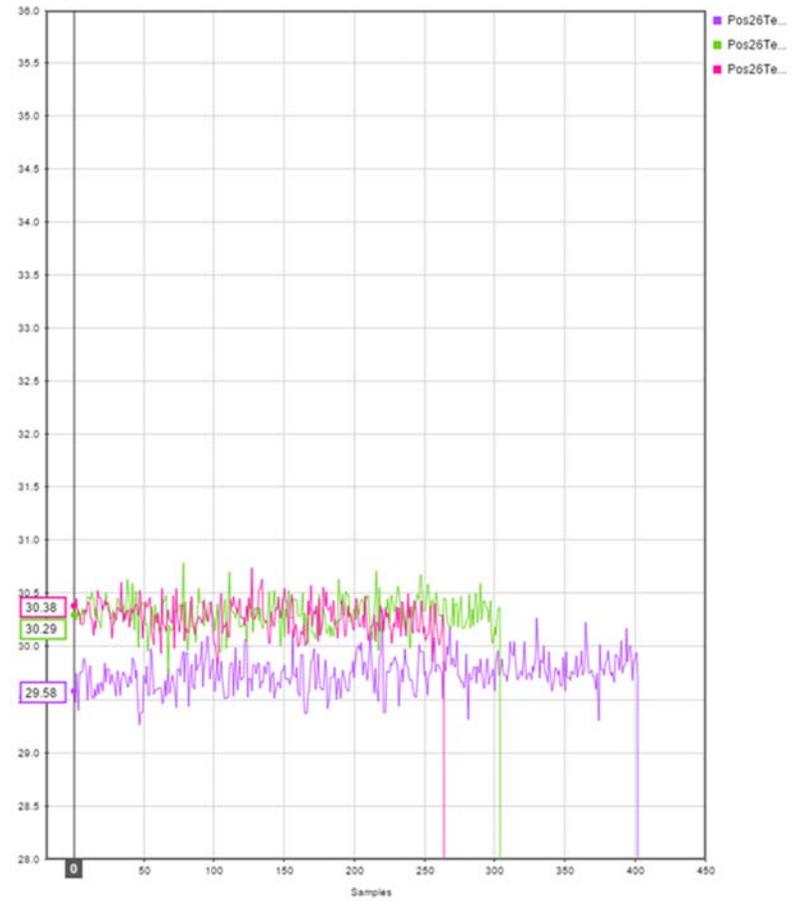
Nota: Registro de temperatura del participante 31 correspondiente al problema #16. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente que registró en la primera fase 33.24°, en la segunda 33.49° y en la tercera 33.18°. Del lado derecho se muestra la temperatura en nariz donde registra para la primera fase 27.06°, en la segunda 27.53° y en la tercera fase 26.24°.



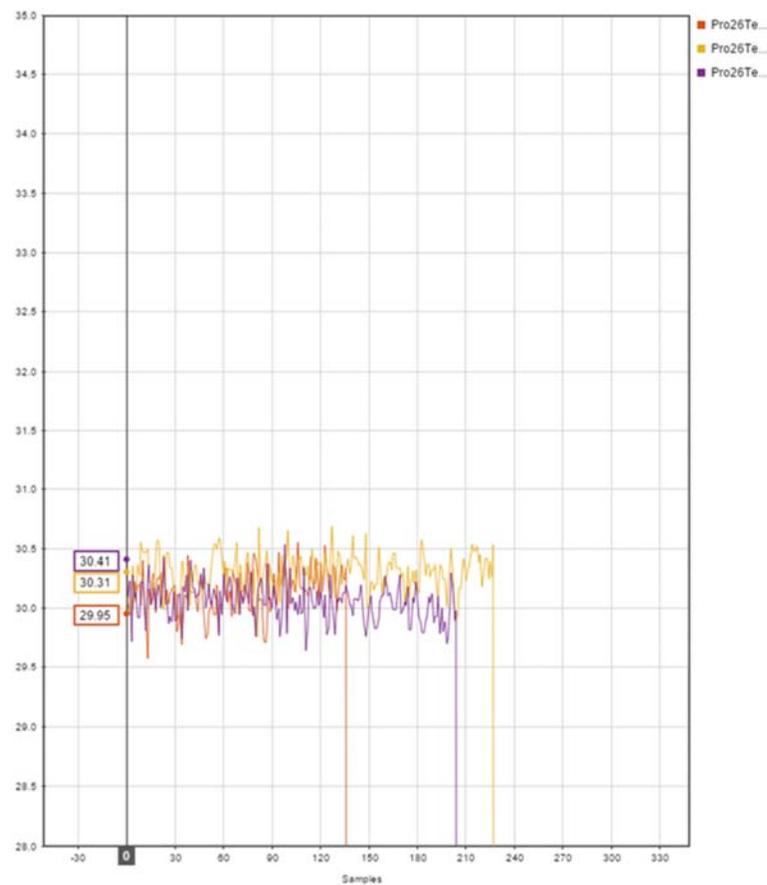
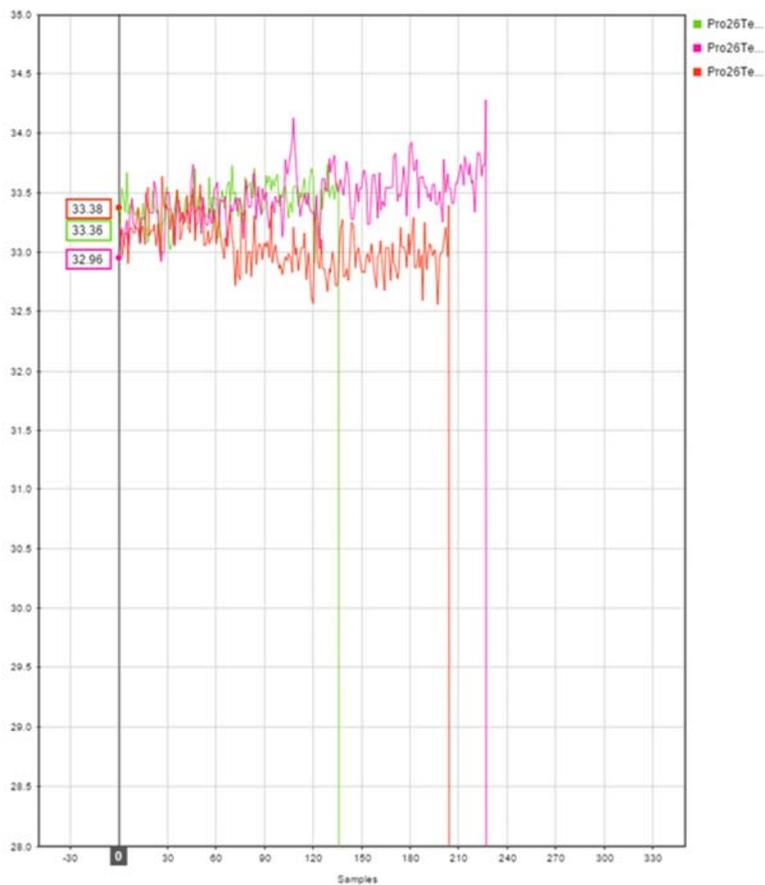
Nota: Registro de temperatura del participante 31 correspondiente al problema #23. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 33.5°, en la segunda 33.3° y en la tercera 33.3°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 27.0°, en la segunda fase 27.7° y en la tercera 26.7°.



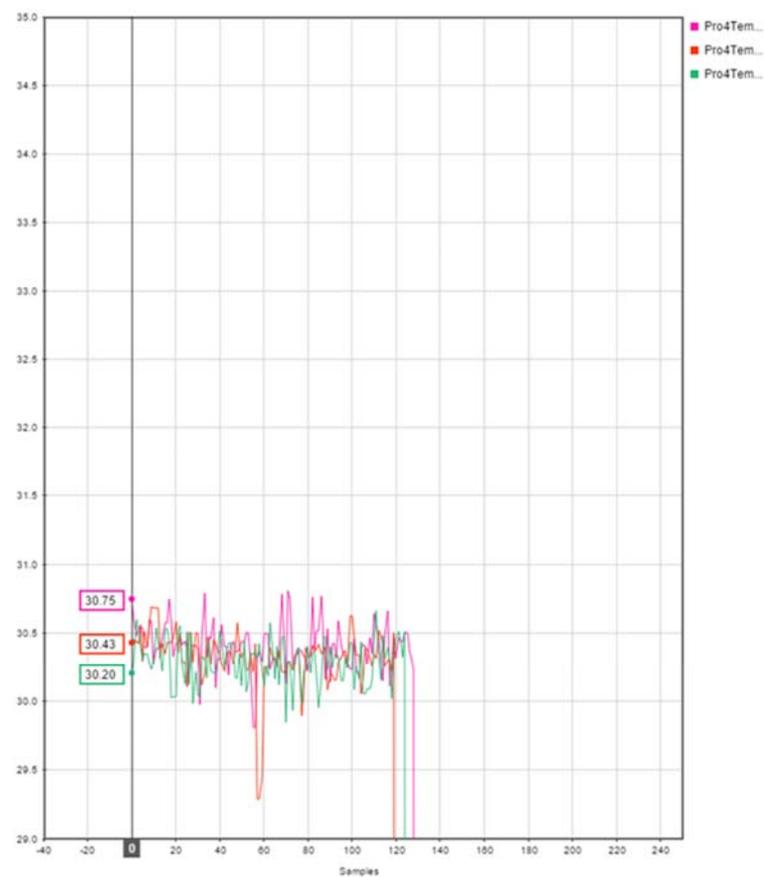
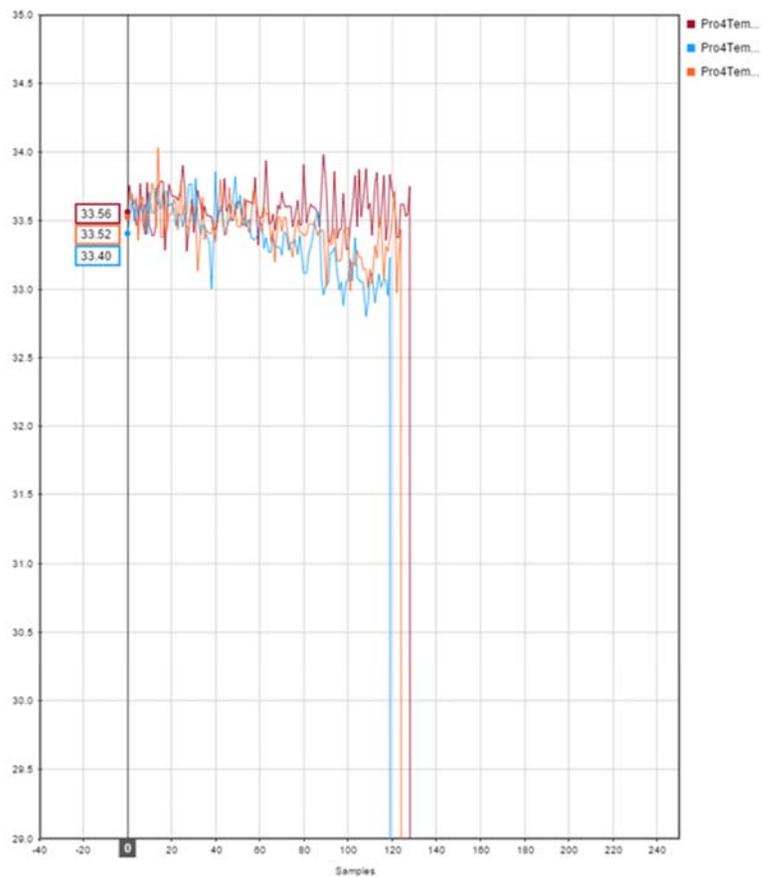
Nota: Registro de temperatura del participante 40 en la posición #19 que se presentó en las 3 fases de la sesión. Del lado izquierdo se muestra la temperatura en la frente donde se registró en la primera fase 32.68°, en la segunda 33.26° y en la tercera 32.94°. Del lado derecho se muestra la temperatura de la nariz donde se registró en la primera fase 29.78°, en la segunda 30.45° y en la tercera 30.22°.



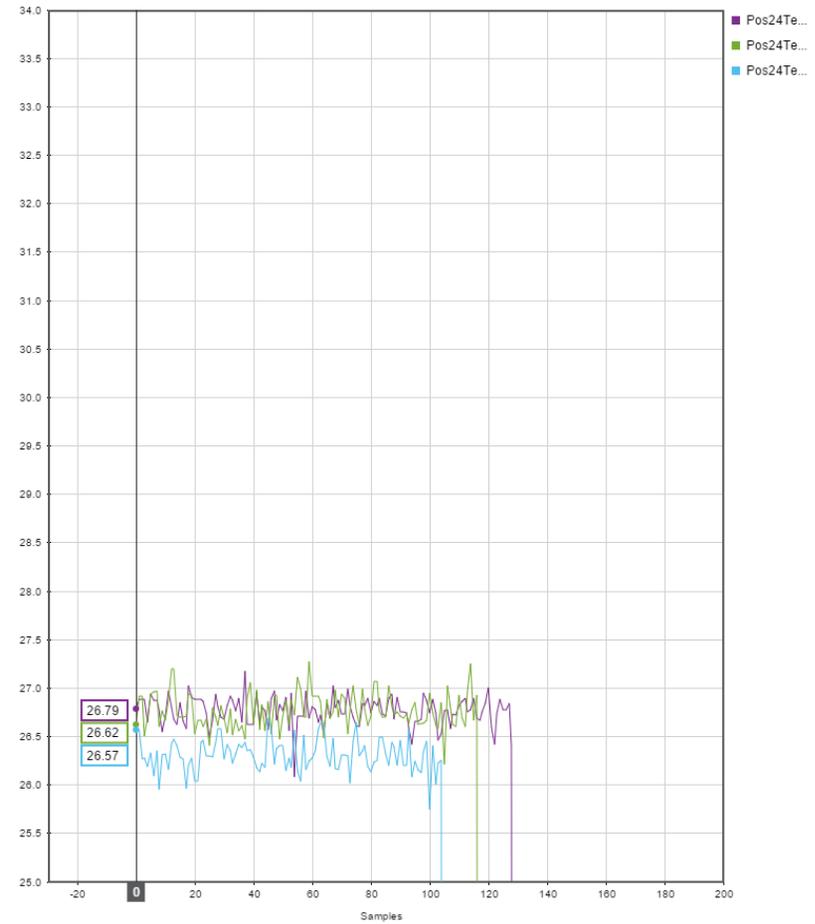
Nota: Registro de temperatura del participante 40 correspondiente a la posición #26. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente del participante donde se registró en la primera fase 32.54°, en la segunda fase 32.99° y en la tercera 32.87°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz donde se registró en la primera fase 29.58°, en la segunda 30.29° y en la tercera 30.38°.



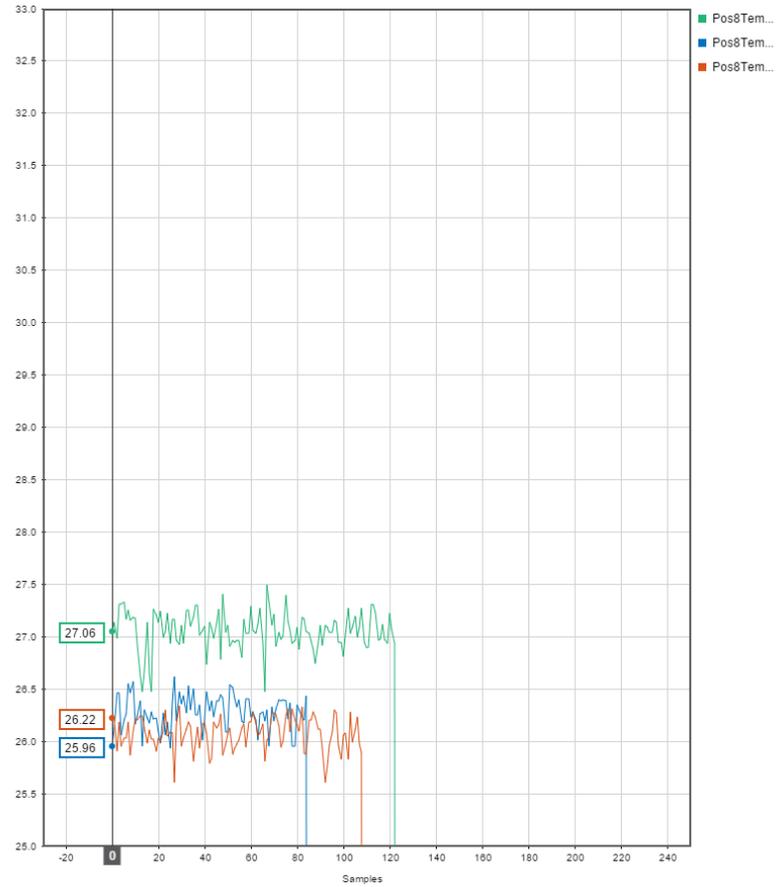
Nota: Registro de temperatura del participante 40 correspondiente al problema #26. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 33.36°, en la segunda 32.96° y en la tercera 33.38°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 29.95°, en la segunda fase 30.31° y en la tercera 30.41°.



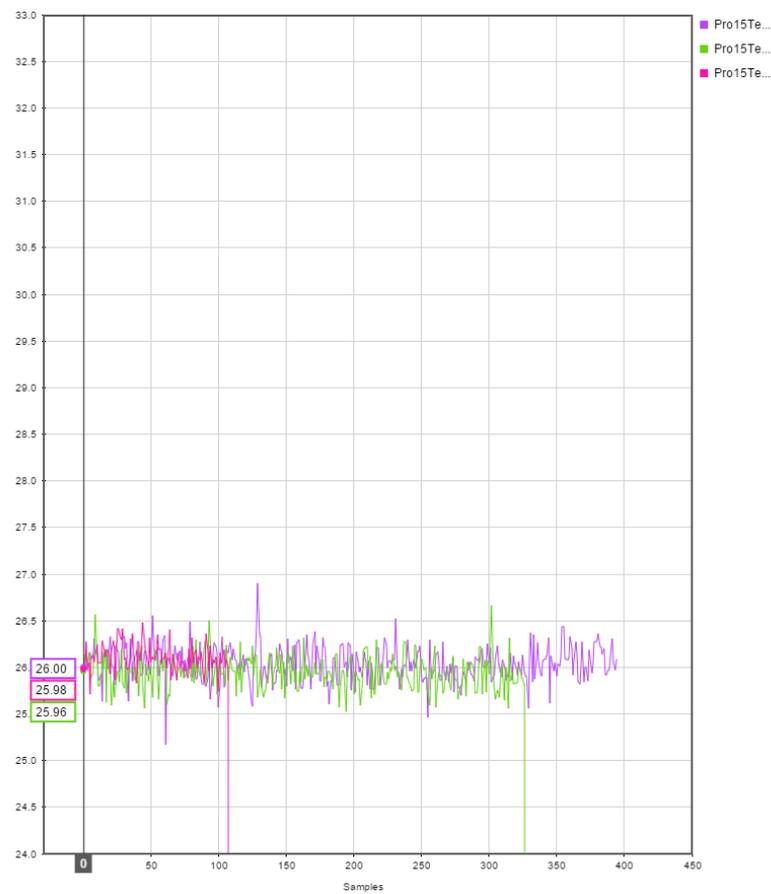
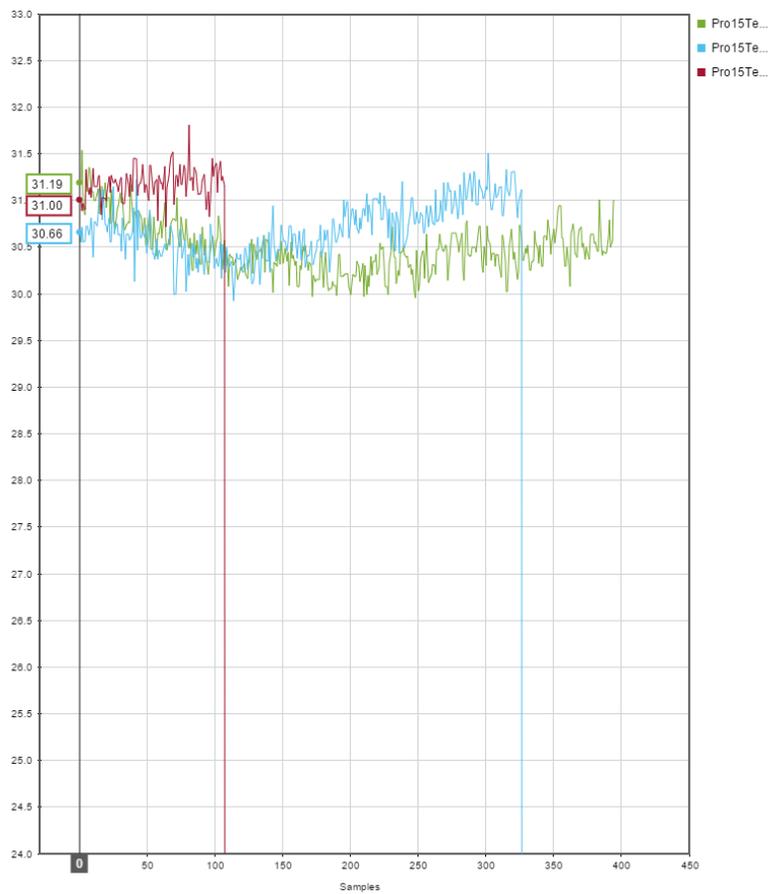
Nota: Registro de temperatura del participante 40 correspondiente al problema #4. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 33.56°, en la segunda 33.40° y en la tercera 33.52°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 30.75°, en la segunda fase 30.43° y en la tercera 30.20°.



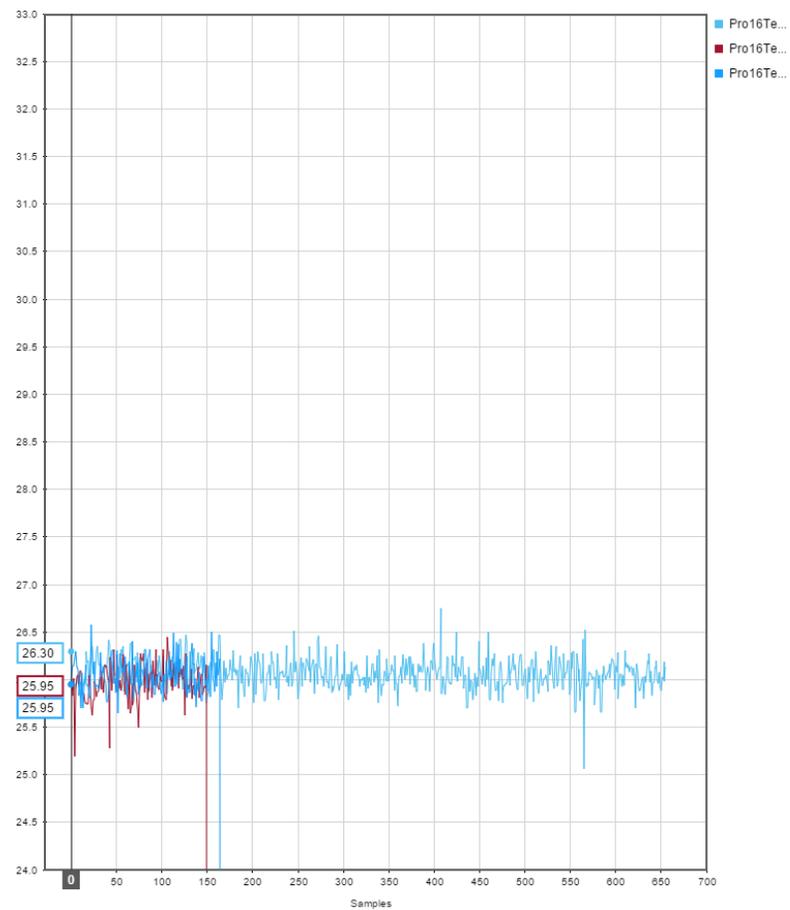
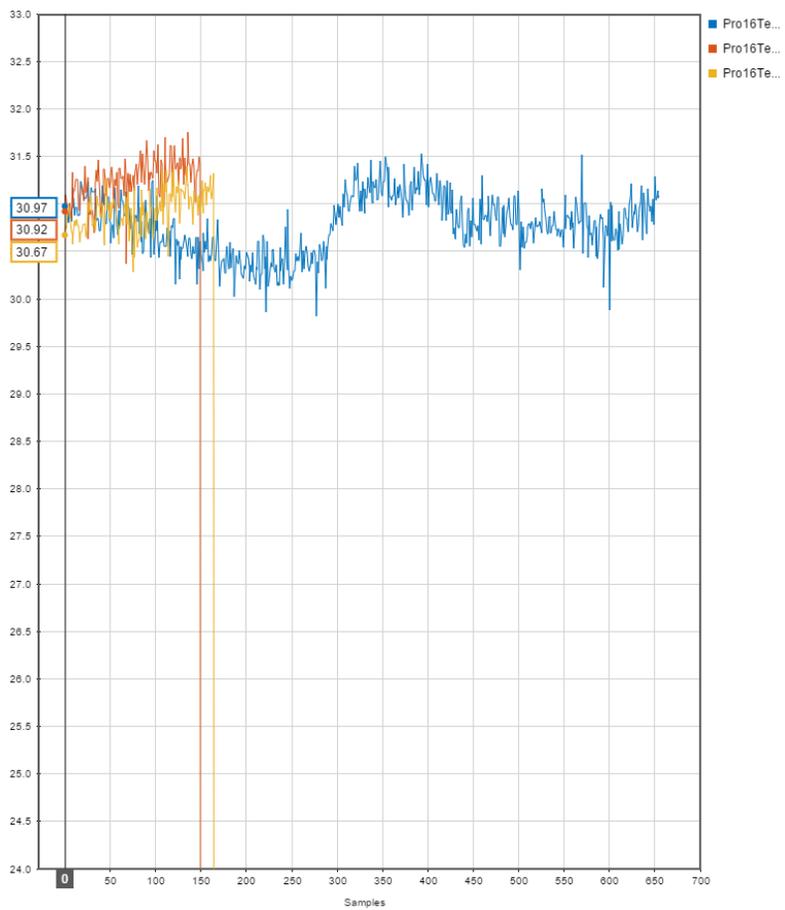
Nota: Registro de temperatura del participante 41 correspondiente a la posición #24. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 31.43°, en la segunda 31.59° y en la tercera 31.21°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 26.79°, en la segunda fase 26.62° y en la tercera 26.57°.



Nota: Registro de temperatura del participante 41 correspondiente a la posición #8. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 31.35°, en la segunda 31.39° y en la tercera 31.32°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 27.06°, en la segunda fase 25.96° y en la tercera 26.22°.



Nota: Registro de temperatura del participante 41 correspondiente al problema #15. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 31.19°, en la segunda 30.66° y en la tercera 31.0°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 26.0°, en la segunda fase 25.96° y en la tercera 25.98°.



Nota: Registro de temperatura del participante 41 correspondiente al problema #16. Del lado izquierdo se muestra la temperatura de la frente donde se registró en la primera fase 30.97°, en la segunda 30.92° y en la tercera 30.67°. Del lado derecho se muestra la temperatura en la nariz, donde se registra en la primera fase 26.30°, en la segunda fase 25.95° y en la tercera 25.95°.

