



# **MANUAL DE PRUEBAS NEUROCONDUCTUALES**

**Berna van Wendel de Joode, IRET  
Donna Mergler, CINBIOSE  
Catharina Wesseling, IRET  
Samuel Henao, OPS/OMS  
Rafael Amador, OPS/OMS  
Laura Castillo, CEST**

**Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET),  
Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica**

**Centro de Estudio de las Interacciones Biológicas entre la Salud y el Medio Ambiente  
(CINBIOSE), Universidad de Quebec en Montreal, Centro Colaborador OPS/OMS  
En Salud Ocupacional y Salud Ambiental, Montreal, Canadá**

**Proyecto Aspectos Ocupacionales y Ambientales de la Exposición a Plaguicidas en el  
Istmo Centroamericano (PLAGSALUD/MASICA), Organización Panamericana de la  
Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), San José, Costa Rica**

**Centro Educativo de la Salud de Trabajadores (CEST),  
Universidad de Carabobo, Maracai, Venezuela**

**San José, Costa Rica, 2000**

## CONTENIDO

	Página
<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. AGENTES NEUROTOXICOS .....</b>	<b>6</b>
2.1 Efectos Clínicos .....	6
2.2 Indicadores precoces en el sistema nervioso .....	7
2.3 Detección de efectos neurotóxicos precoces .....	9
2.4 Perfil de daño .....	10
<b>3. ASPECTOS METODOLOGICOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 Diseño de estudios .....	11
3.2 Precisión y validez .....	12
3.3 Criterios de selección para una batería de pruebas .....	20
3.4 Organización del estudio .....	23
<b>4. DESCRIPCION DE PRUEBAS NEUROLOGICAS .....</b>	<b>26</b>
4.1 Pruebas incluidas en el manual .....	26
4.2 Pruebas de dominio cognitivo .....	28
4.3 Pruebas de dominio cognitivo motor .....	47
4.4 Pruebas de dominio motor .....	63
4.5 Pruebas de dominio sensorial .....	77
4.6 Pruebas de dominio del afecto .....	93
<b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>99</b>

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos cien años, los países industrializados han introducido al mercado alrededor de 70.000 compuestos químicos. Actualmente aparecen entre 1000 a 1500 agentes nuevos por año. Muchas de estas sustancias químicas están presentes en el medio ambiente laboral y general y potencialmente pueden producir efectos negativos sobre la salud, en particular sobre el sistema nervioso. Sin embargo, los efectos de estos compuestos han sido estudiados en tan solo un 25% de ellos (Tilson, 1990). Algunos productos altamente tóxicos, y por ello prohibidos o restringidos en los países industrializados, son utilizados en países en vías de desarrollo. Sin embargo, el problema se extiende, además, a sustancias de uso permitido en los países industrializados, ya que en el Tercer Mundo existen serias limitaciones para usarlas adecuadamente, lo cual aumenta el riesgo de exposición.

Desde los años ochenta, un número creciente de investigaciones se ha orientado hacia la identificación de alteraciones neurotóxicas precoces en ausencia de una enfermedad. Algunas de estas investigaciones han evaluado los aspectos metodológicos para la identificación de efectos tempranos. Otras han estudiado los efectos en el sistema nervioso causados por diferentes sustancias. Los efectos tempranos se pueden detectar mediante pruebas neuroconductuales ('neurobehavioral tests'), comparando los resultados a nivel de grupos de personas (no en individuos). En América Latina se han realizado un número considerable y creciente de estudios de este tipo, entre ellos: Rosenstock et al., 1991; Anger et al., 1993; McConnell et al., 1994; Amador et al., 1995; Escalona et al., 1995; Maizlish et al., 1995; Mergler 1996; Wesseling et al. 1997; Wendel de Joode, van et al., 1998; Lebel et al., 1996; Lebel et al, 1998.

La identificación de efectos neuroconductuales tempranos es compleja. Diversas dificultades metodológicas, inherentes a este tipo de estudios, pueden dar como resultado subestimaciones de los efectos (Cone et al., 1990). Además, hay un número muy grande de pruebas neuroconductuales disponibles. Cerca de doscientos cincuenta pruebas habían sido empleadas hasta finales de los años ochenta (Anger, 1990), por lo cual los diferentes estudios no se pueden comparar fácilmente. Con el fin de estandarizar un número de pruebas limitadas, se han desarrollado varias baterías de pruebas. Entre ellos cabe destacar la 'Neurobehavioral Core Test Battery' (NCTB) (World Health Organization, 1986) y, más recientemente, baterías computarizadas como el 'Neurobehavioral Evaluation System' (NES) (Letz, 1991) y el 'Swedish Performance Evaluation System' (SPES) (Iregren et al., 1996).

Las técnicas e instrumentos para estudiar los efectos neuroconductuales generalmente han sido desarrollados en los países industrializados. Una excepción es Cuba, donde se ha desarrollado una experiencia importante durante los últimos diez años, que ha resultado en el Diagnóstico Neuropsicológico Automatizado (DIANA) (Mayor, 1998). Sin embargo, igual que el Neurobehavioral Evaluation System, la mayoría de las pruebas de la batería cubana son computarizadas y, además, varias de sus pruebas requieren que la persona examinada sepa leer. Estas dos características han limitado su aplicación en las poblaciones de los países en América Latina.

Las baterías de pruebas que funcionan bien para evaluar el funcionamiento del sistema nervioso de personas en países desarrollados y que son validadas allá, no necesariamente trabajan bien en países en desarrollo, porque algunos de los factores que más inciden en los resultados en este tipo de pruebas, como por ejemplo escolaridad y ciertos factores culturales, pueden ser diferentes. Es importante estar consciente de estos factores y tomarlos en cuenta en el diseño del estudio o en la interpretación de los datos. De lo contrario pueden encubrir una relación entre una sustancia tóxica y su efecto dañino en el sistema nervioso.

Este manual pretende ser una guía de apoyo para los profesionales en salud ocupacional y ambiental de América Latina que quieren evaluar el funcionamiento del sistema nervioso en poblaciones expuestas a sustancias neurotóxicas. El manual será útil en el proceso de selección y aplicación de pruebas neuroconductuales, tanto en el contexto de estudios epidemiológicos analíticos en poblaciones expuestas a agentes químicos, como en el marco de programas de vigilancia preventiva.

En el capítulo siguiente se presentan agentes neurotóxicos comunes en el medio ambiente laboral y general, sus efectos clínicos, los indicadores precoces de lesiones en el sistema nervioso y el perfil de daño de las diferentes sustancias. En el capítulo 3 se introducen aspectos metodológicos de estudios sobre efectos neuroconductuales tempranos. Se explican los términos validez y precisión y se discuten diferentes tipos de sesgos. Además se mencionan criterios para seleccionar una batería de pruebas y cómo preparar y ejecutar una batería de pruebas neuroconductuales. El capítulo 4 concluye con una descripción de veintitrés pruebas conocidas a nivel internacional, para evaluar diferentes áreas del sistema nervioso, el área cognitiva, cognitivo-motor, motor, sensorial y afecto.

---

## 2. AGENTES NEUROTÓXICOS

### 2.1 Efectos clínicos

Un gran número de productos químicos utilizados en el medio de trabajo tiene efectos sobre el sistema nervioso. Entre los más importantes están los metales pesados como el plomo, el mercurio y el manganeso; los metales orgánicos como el metil mercurio y el tetraetileno de plomo; los solventes orgánicos como el n-hexano, tricloroetileno, estireno y tolueno; gases como el monóxido de carbono, y un gran número de plaguicidas.

Las sustancias químicas no afectan el sistema nervioso de la misma manera y tienen distintos perfiles de daño. Estas sustancias pueden afectar diferentes partes, incluyendo funciones sensoriales, motoras, cognitivas y afectivas. Los efectos agudos de la exposición son generalmente bien conocidos y muchas veces reversibles. Sin embargo, si la dosis del tóxico es suficientemente elevada, la persona expuesta puede sufrir secuelas neurológicas importantes.

Existe literatura científica extensa sobre las enfermedades neurológicas y neuropsiquiátricas en trabajadores expuestos a metales en la minería y en las industrias de transformación de metales. El perfil diagnóstico asociado con la exposición a cada uno de los metales está ampliamente descrito en los libros de texto de referencia en salud ocupacional (LaDou, 1990; Rosenstock & Cullen, 1996; Encyclopaedia of Occupational Health, 4, 1998). En América Latina, las actividades mineras constituyen aún una fuente importante de exposición a polvos o vapores de metales neurotóxicos, en primer lugar para los mineros, pero también para las poblaciones cercanas. La transformación de los metales se hace no solamente en las grandes industrias, sino también de manera artesanal, frecuentemente en lugares con ventilación inadecuada.

Después de la primera guerra mundial, la utilización de solventes orgánicos aumentó en casi todos los sectores laborales y las exposiciones a estas sustancias se convirtieron en riesgos importantes para la salud de los trabajadores. Se han descrito neuropatías periféricas en trabajadores expuestos a solventes orgánicos como el n-hexano. La encefalopatía tóxica que resulta de una exposición elevada a muchos solventes orgánicos, se clasifica en tipos I, II-a, II-b y III (Bleeker, 1994). En el tipo I se reportan síntomas difusos. El tipo II-a se caracteriza por alteraciones persistentes de la personalidad o en el estado emotivo y el tipo II-b por ciertas alteraciones de las funciones neuroconductuales. La encefalopatía crónica severa clasificada como tipo III se asocia con un deterioro marcado de las funciones intelectuales y de la memoria, frecuentemente acompañada de signos neurológicos. Una vez que se manifiesta este tipo de encefalopatía, los daños pueden persistir después de que la exposición termina. Además de los cuadros mencionados en relación con la exposición laboral, los solventes orgánicos pueden causar sensibilidad a productos químicos múltiples.

La exposición a plaguicidas constituye un desafío para los profesionales que trabajan en salud ocupacional y ambiental en América Latina. El sistema nervioso es particularmente vulnerable a un gran número de plaguicidas como los organofosforados,

carbamatos, organoclorados, clorofenoxiacéticos, piretroides y ditiocarbamatos (McConnell et al., 1993). La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que anualmente se producen tres millones de intoxicaciones severas con plaguicidas en el mundo (WHO/UNEP, 1990). La gran mayoría de estas intoxicaciones ocurren en los países subdesarrollados. Las cifras se basan en frecuencias de hospitalizaciones, por lo que son una subestimación de la situación real (Wesseling, 1997). La neurotoxicidad aguda de la mayoría de los plaguicidas se conocen bien. Por ejemplo, los inhibidores de la colinesterasa (los organofosforados y carbamatos) inhiben la enzima acetilcolinesterasa, lo cual produce un síndrome colinérgico que se caracteriza por mareos, sudoración, salivación, náuseas, vómitos, convulsiones y pérdida de conocimiento. Otro efecto es una neuropatía periférica retardada que se puede presentar entre una a tres semanas después de una intoxicación con ciertos organofosforados (Lotti et al., 1993). Adicionalmente se han reportado efectos clínicos crónicos de neuropatía periférica, déficit cognitivo y cambios de compartamiento sin el antecedente clínico de una intoxicación aguda (Keifer y Mahurin, 1997). También, se han descrito casos con un cuadro clínico parecido a la Enfermedad de Parkinson en personas que utilizaban maneb, un fungicida que contiene manganeso (Ferraz et al., 1988).

## 2.2 Indicadores precoces de lesiones en el sistema nervioso

Los casos clínicos de intoxicación crónica, aunque ciertamente subestimados debido a una formación médica deficiente en el campo de la salud ocupacional y ambiental en muchos países, constituyen la parte más visible del espectro de efectos neurotóxicos (Figura 2.1). Cuando desde el punto de vista clínico el paciente retorna a la normalidad, pueden permanecer déficits funcionales subclínicos persistentes o problemas neuropsicológicos o neuropsiquiátricos. Asimismo, en situaciones de exposición crónica o de exposiciones cortas repetidas, una proporción alta de personas expuestas pueden estar afectadas de manera subclínica. Al inicio las personas presentarán un daño casi imperceptible y con el tiempo se alterarán las estructuras y el funcionamiento del sistema nervioso.

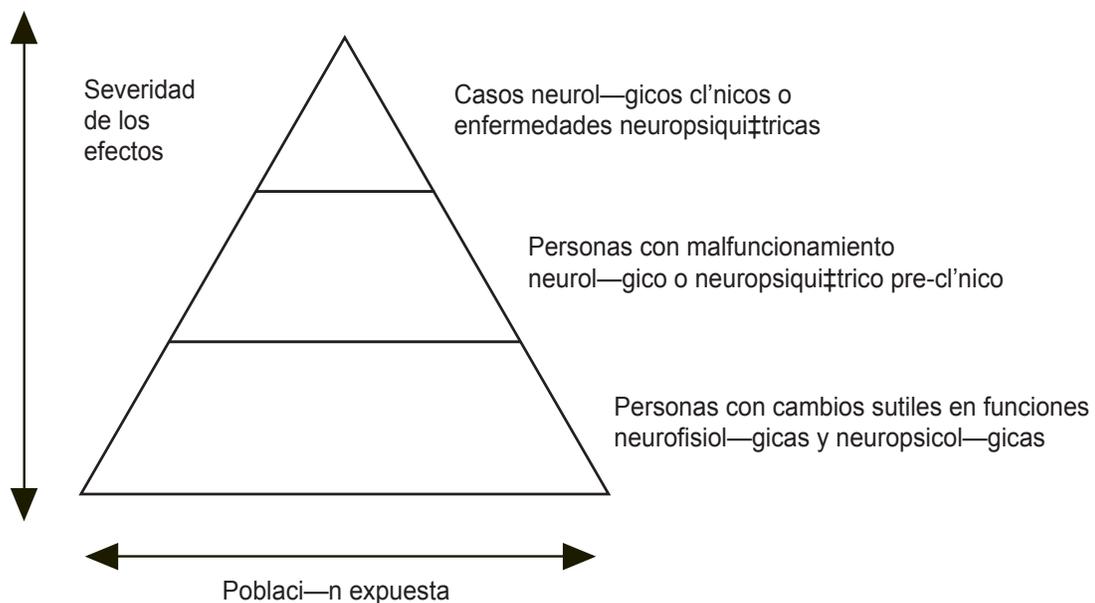


Figura 2.1: Severidad de efectos neurotóxicos en relación con la población en riesgo

La mayoría de las sustancias neurotóxicas causan efectos múltiples en función de la dosis acumulada. El deterioro del sistema nervioso depende por un lado de la dosis de exposición y, por otro lado, del estado fisiológico y psicológico individual. Algunos ejemplos de estos son:

- El sistema nervioso es más vulnerable durante las etapas de desarrollo y envejecimiento.
- El alcohol o drogas podrían inhibir o potenciar los efectos de otras sustancias tóxicas.
- Las personas pueden ser más o menos sensibles a sustancias tóxicas dependiendo de su genotipo.
- La desnutrición puede agravar los efectos de sustancias tóxicas.
- Ciertas enfermedades pueden aumentar la susceptibilidad a sustancias tóxicas.
- Las sustancias tóxicas pueden, por otro lado, aumentar la susceptibilidad para ciertas enfermedades y los efectos de la desnutrición.

El sistema nervioso tiene una gran capacidad de compensación y adaptación. Estas características le permiten al principio mantener su funcionamiento a pesar de la presencia de la sustancia tóxica, y en esa etapa inicial la homeostasis está conservada. Si la exposición continúa en cantidad y duración, aumentando así la dosis acumulada, se pierde el equilibrio y se presentan las primeras manifestaciones, que son frecuentemente síntomas no específicos como fatiga, una disminución de la capacidad de concentración, problemas de memoria y dolores de cabeza. Luego se encuentran cambios en las funciones cognitivas, motoras, sensoriales y del estado emotivo. Estas alteraciones son menores y poco perceptibles para el médico a nivel del paciente individual, pero se pueden medir a nivel de grupos. La figura 2.2 muestra la continuidad del proceso, desde que aparecen las primeras alteraciones hasta el desarrollo de una enfermedad neurológica.

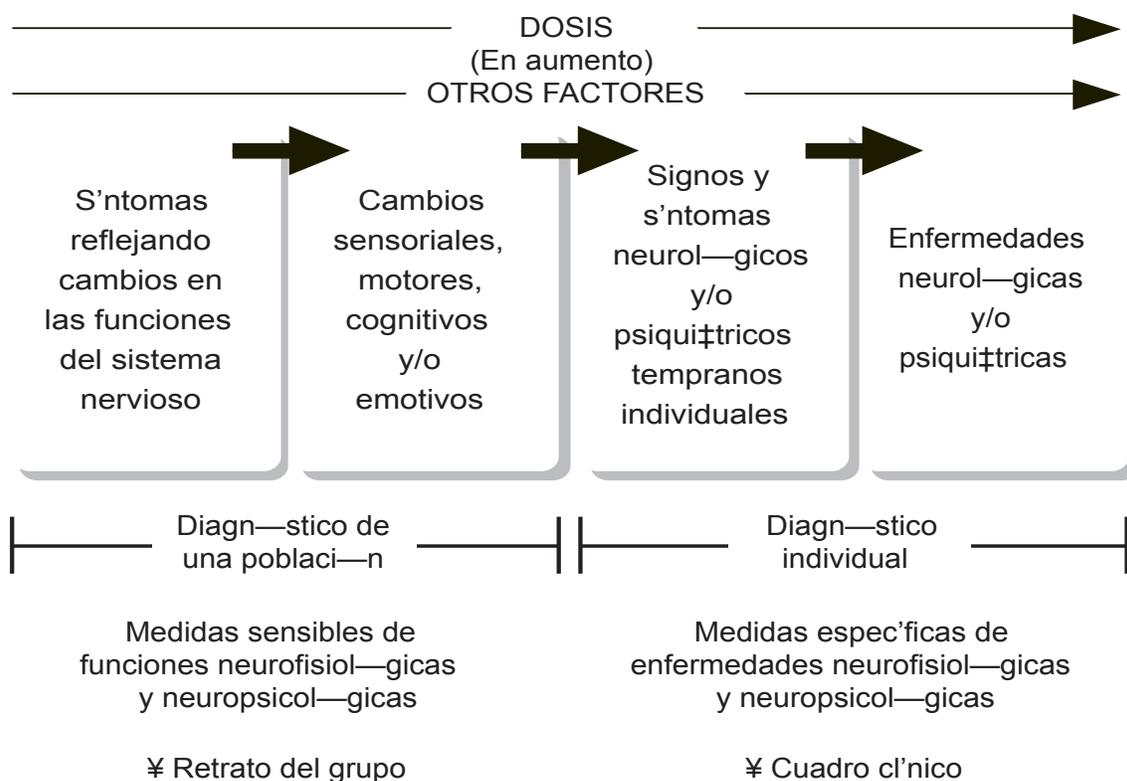


Figura 2.2: Proceso continuo desde la aparición de las primeras alteraciones hasta el desarrollo de una enfermedad neurológica.

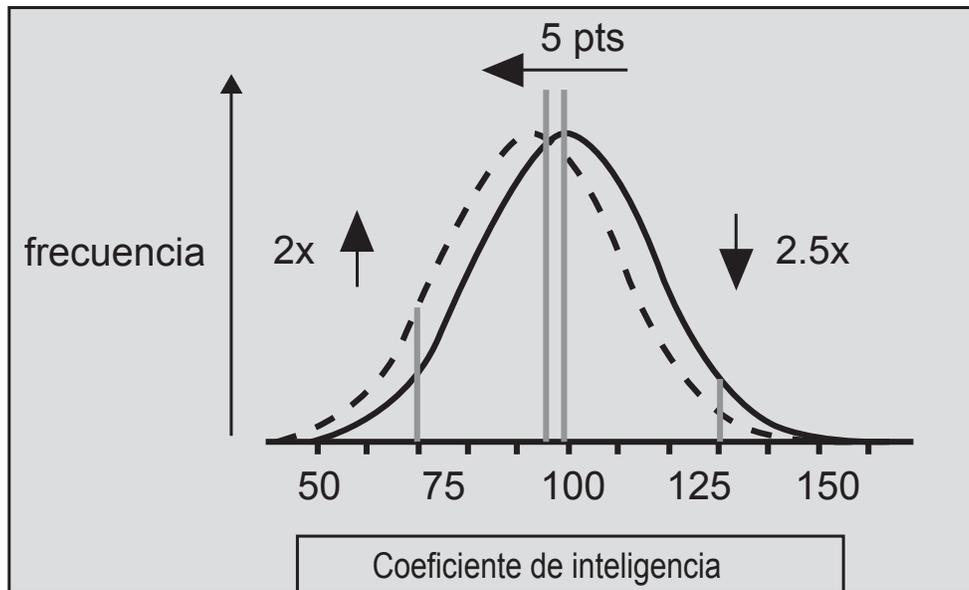
Desde un punto de vista preventivo, es importante detectar las primeras alteraciones en el sistema nervioso de personas expuestas. Estas pueden representar una disminución de las capacidades funcionales y del bienestar de las personas expuestas, pero también pueden constituir la primera señal de alarma antes de que ocurra daño funcional o enfermedad. Las enfermedades clínicamente evidentes son, en su mayoría, irreversibles o progresivas, dada la incapacidad de regeneración del sistema nervioso. Además, una disminución del bienestar tiene consecuencias para el funcionamiento de este grupo en la sociedad y cambios tempranos son un indicador para la toma oportuna de medidas de control y prevención.

### **2.3 Detección de efectos neurotóxicos precoces**

Los avances durante los últimos 50 años en la neuropsicología y en la psicofisiología han contribuido en forma importante a la capacidad para detectar cambios en el sistema nervioso mediante el desarrollo de pruebas neuroconductuales. Estas pruebas, que suministran información sobre la pérdida del bienestar y la degeneración del sistema nervioso, han sido usadas tanto en evaluaciones clínicas de individuos que sufren signos y síntomas neurológicos en relación con exposiciones laborales, como en la evaluación de grupos expuestos a sustancias químicas para detectar cambios más sutiles que no son visibles clínicamente. En este manual nos limitamos a una serie de pruebas neuroconductuales y cuestionarios que son fáciles de administrar en condiciones estándares de campo y que permiten cuantificar los efectos precoces sobre funciones emotivas, sensoriales, motrices y cognitivas.

Generalmente los resultados de las pruebas neuroconductuales siguen una distribución normal (Gaussiana). Cuando esas pruebas son utilizadas de manera clínica (a nivel individual), se comparan los resultados de los pacientes con la norma. Cuando se utilizan estas pruebas para estudiar poblaciones o grupos (como en este manual), se observa, para la población expuesta, el desplazamiento de la curva en relación con la norma o con una población similar sin exposición (grupo de referencia). También se analizan las variaciones de las respuestas en función de otros factores que pueden igualmente influenciar los resultados obtenidos en las pruebas como la edad, el nivel educativo y el consumo de alcohol.

Un ejemplo de un efecto neurotóxico temprano es la disminución del coeficiente de inteligencia (CI) en niños con niveles elevados de plomo en la sangre. Un gran número de estudios ha puesto en evidencia la relación entre el nivel de plomo en la sangre de niños y la disminución del coeficiente de inteligencia en ausencia de una enfermedad clínica. En la figura 2.3 se puede observar como la curva del coeficiente de inteligencia se desplaza en el grupo expuesto. Aunque para cada individuo particular no se puede establecer una relación entre la exposición y el efecto, a nivel del grupo se observa que hay más niños con problemas de aprendizaje y menos niños superdotados en el grupo de niños expuestos a plomo. Niveles relativamente bajos de plomo en la sangre tienen un efecto importante a nivel de grupo en cuanto a su posibilidad de tener éxito y así aumentan los costos para la sociedad. En muchos países de América Latina, donde aún se utilizan gasolina y pinturas y conservas con plomo, se han encontrado niveles de plomo en los niños que afectan su capacidad de aprendizaje y su estado mental (Silbergeld, 1995).



(Tomado de Rice, 1998)

Figura 2.3. Ejemplo del desplazamiento del coeficiente de inteligencia en un grupo de niños expuestos a plomo (línea discontinua) en comparación con un grupo de niños no expuestos (línea continua)

Existen situaciones similares en los adultos expuestos a sustancias neurotóxicas, donde la exposición afecta su capacidad motriz, sensorial, cognitiva o su estado emotivo, en ausencia de una enfermedad clínica. El daño del sistema nervioso puede llegar a ser crítico en las personas de mayor edad, acelerándose el desgaste celular y disminuyendo su capacidad funcional, lo cual aumenta la dependencia de la persona.

## 2.4 Perfil de daño

Las sustancias neurotóxicas tienen diferentes lugares de acción en el sistema nervioso lo cual resulta en un perfil diagnóstico más o menos específico. Frecuentemente estos perfiles se observan también a nivel subclínico, en el perfil de grupo.

Por ejemplo, la exposición al mercurio se asocia, entre otras, con temblor e hiperactividad mientras que el metil mercurio afecta sobre todo la coordinación motora y la visión. El manganeso actúa a nivel extrapiramidal y disminuye la velocidad motora y la coordinación ojo-mano mientras aumenta el temblor de las manos. Ciertos solventes orgánicos tienen más efectos sobre el sistema nervioso central mientras otros afectan más ciertas funciones del sistema nervioso periférico. En el caso de los organofosforados el patrón es menos específico porque inhiben las acetilcolinesterasas. Estas enzimas intervienen en el proceso de neurotransmisión y están tan ampliamente distribuidas en el sistema nervioso que todo el sistema se afecta. Sin embargo, la toxicidad periférica es una característica de algunos organofosforados. Antes de empezar un estudio es importante verificar qué se conoce en los estudios mecanísticos, animales y clínicos sobre el perfil de daño de la(s) sustancia(s) que se investigarán. Esta información ayudará en el proceso de selección de las pruebas y también en la interpretación de los resultados del estudio.

El cuadro 2.1 contiene ejemplos de efectos neuroconductuales tempranos en trabajadores activos expuestos a distintas sustancias tóxicas. Para cada sustancia específica estos efectos fueron detectados

en al menos tres estudios. Sin embargo, no todos los estudios incluyeron pruebas de todos los dominios de la función nerviosa.

*Cuadro 2.1. Resultados de estudios sobre efectos neuroconductuales precoces relacionados con la exposición a algunas sustancias neurotóxicas (Adaptado de Mergler, 1998).*

Efectos	Mezcla de solventes orgánicos	Disulfuro de carbono	Estireno	Organo-fosforados	Plomo	Mercurio
Aprendizaje	+				+	
Estado emotivo	+		+	+	+	
Categorización	+					
Codificación	+	+		+	+	+
Visión de colores	+	+	+		+	+
Flexibilidad cognitiva	+					
Distracción					+	
Inteligencia	+	+		+	+	+
Memoria	+	+	+	+	+	+
Coordinación motora	+	+	+		+	+
Velocidad motora	+	+	+	+	+	+
Umbral de percepción de olor	+					
Identificación del olor	+				+	
Relación espacial	+	+		+	+	
Vigilancia	+	+			+	
Vocabulario				+	+	+
Sensibilidad contrastes	+			+		
Personalidad	+	+		+		+
Umbral vibrotáctil	+			+		+

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para evaluar efectos neurológicos precoces necesitamos métodos epidemiológicos adecuados. Los métodos de investigación dependen de los objetivos del estudio que deben estar claros. Está fuera del alcance de este manual discutir todos los aspectos metodológicos de estudios sobre neurotoxicidad, pero discutimos los siguientes factores: (i) diseño de estudios, (ii) conceptos de precisión y validez, (iii) los criterios de selección para una batería de prueba y (iv) la organización de la aplicación de pruebas.

#### 3.1 Diseño de estudios

Para elegir el diseño del estudio deben estar bien definidos la exposición y los efectos que se va a estudiar. Para un estudio de efectos precoces agudos después de una exposición única se necesita un diseño diferente que para un estudio sobre efectos precoces crónicos relacionados con exposiciones a largo plazo. Cada tipo de estudio ocupa su propia estrategia y diseño.

---

Para detectar posibles efectos negativos de un agente químico, generalmente se utilizan estudios de corte transversal donde se compara un grupo expuesto a una sustancia tóxica con un grupo control no-expuesto, o si no tiene grupo control, según diferentes niveles de exposición. Las pruebas se utilizan menos frecuentemente en diseños de cohorte prospectiva. En este tipo de estudios las pruebas se aplican en varias ocasiones durante un período de meses o años en un grupo expuesto y un grupo control, o se sigue en el tiempo a una misma población expuesta con el fin de detectar alteraciones tempranas. Este diseño se utiliza ocasionalmente para evaluar el impacto de una intervención en un sitio de trabajo mediante pruebas neuroconductuales.

### **3.2 Precisión y validez**

En todo estudio epidemiológico el objetivo es medir los parámetros de interés con el menor error posible. Los errores de medición pueden ser al azar o sistemáticos (Ahlbom & Norell, 1992; Londoño, 1995).

La *precisión* de un estudio se refiere a la reducción del error aleatorio (al azar), el cual se origina en la variabilidad de los datos. Por lo tanto, los errores aleatorios serán grandes en los estudios con pocos individuos o cuando las mediciones para estimar la exposición o los efectos neuroconductuales son poco exactas. Entre más grande es el error aleatorio, más difícil será demostrar en forma convincente que existe una asociación real entre una exposición a determinada sustancia química y déficits en el funcionamiento del sistema nervioso. Por ello se recomienda, antes de empezar con un estudio, realizar cálculos, para las diferentes pruebas, sobre el tamaño de la población que se necesita para encontrar una diferencia determinada con una certeza o probabilidad fijada anteriormente (cálculos de poder del estudio).

La *validez* de un estudio se refiere a la ausencia de errores sistemáticos. Los errores sistemáticos, o sesgos, se pueden clasificar en tres grupos: los sesgos de información, selección y confusión (Rothman & Greenland, 1998). Los sesgos pueden ser introducidos por errores en el diseño del estudio, y muchas veces se pueden evitar con un diseño bien pensado desde el principio. Otras veces se puede controlar su influencia en el análisis de los datos. Durante la planificación y ejecución de un estudio, se debe reflexionar siempre sobre qué sesgos podrían estar presentes, y en cuál dirección podrían estar actuando: hacia una subestimación o una sobrestimación del efecto.

#### ***a. Sesgos de información***

Los sesgos de información se presentan cuando las mediciones o datos individuales para estimar la exposición o el efecto en la salud, sistemáticamente son valores erróneos. Estos sesgos se pueden originar en el examinador/observador, el participante y el instrumento de medición.

La estimación de la exposición puede ser complicada, porque las personas muchas veces han estado expuestas a patrones mixtos de dosis altas y bajas y exposiciones recientes y pasadas, así como a mezclas y diferentes sustancias que pueden interactuar. Un sesgo de clasificación de exposición ocurre cuando algunos individuos clasificados como expuestos en realidad no son expuestos o algunos controles son expuestos. Adicionalmente pueden ocurrir

errores de clasificación en las categorías según grado de exposición. Los problemas de clasificación errónea de la condición de expuesto o del grado de exposición no son siempre de todo evitable, pero se debe tener el máximo cuidado de minimizarlos.

No existe una clasificación dicótoma "enfermo versus sano" en relación con efectos neurotóxicos y el efecto es generalmente expresado en términos de la magnitud de la diferencia entre las mediciones del funcionamiento del sistema nervioso del grupo expuesto y del grupo control. Los errores de clasificación del efecto se pueden evitar en gran parte con buenos protocolos y mediante la estandarización de los procedimientos. Los instrumentos para medir las funciones neurológicas deben funcionar bien a lo largo del estudio, para evitar la introducción de errores de medición de los efectos.

Los errores de clasificación del efecto muchas veces se originan en el examinador cuando este influye los resultados de ciertos participantes. Esto ocurre, por ejemplo, cuando los procedimientos de aplicación de las pruebas cambian durante la conducción del proyecto, o cuando el examinador trata a los expuestos en forma diferente que a los controles. Se puede limitar la influencia del examinador mediante la aplicación de los tests a ciegas, en cuyo caso el examinador no sabe quiénes son los expuestos y quiénes los controles. Otra medida es asegurarse que el mismo examinador aplique las mismas pruebas con la misma metodología en toda la población investigada.

Un error en la clasificación del efecto también puede originarse en el participante, por ejemplo si los expuestos hacen un mayor esfuerzo que los controles. Por eso, se debe procurar siempre que los controles estén igualmente motivados para realizar las pruebas que los expuestos. Lo contrario podría ser el caso, cuando hay en juego una demanda judicial de una población expuesta. En estos casos siempre surge la duda que los expuestos fingieron los efectos.

Cuando la probabilidad de errores de clasificación de exposición o de efecto es igual para los grupos que se están comparando, la estimación del parámetro de interés siempre será desviada en dirección del valor de no-efecto. O sea, estos errores de *clasificación no-diferenciales* disminuyen el poder de un estudio para detectar un efecto real o un efecto dosis-respuesta. Sin embargo, cuando los errores de clasificación son más marcados en uno de los grupos, entonces estos *errores de clasificación diferenciales* pueden desviar el resultado hacia una subestimación o una sobreestimación, dependiendo de cada caso. Errores de clasificación no-diferenciales son menos graves y nunca pueden explicar un efecto observado, solo lo oscurecen. En el caso de errores de clasificación diferenciales hay que evaluar la dirección del sesgo. Es importante tener en mente estos fenómenos y estimar la exposición y los efectos de la mejor forma posible.

### ***b. Sesgos de selección***

Los sesgos de selección ocurren como consecuencia de procedimientos de selección de los participantes que generan muestras no representativas de las poblaciones estudiadas (Londoño, 1995). Estos sesgos se presentan cuando una variable correlacionada con el efecto estudiado afecta la inclusión o exclusión de los participantes del estudio.

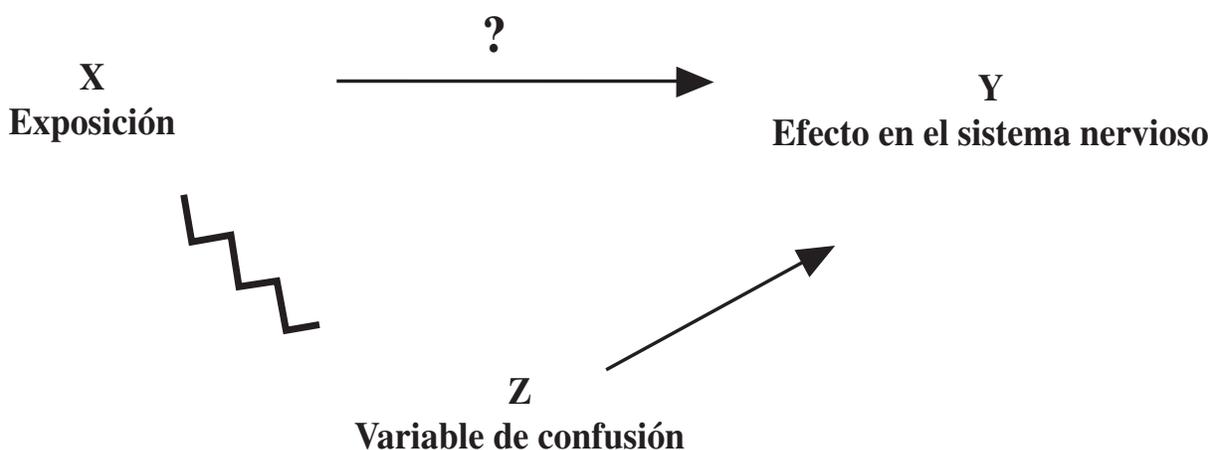
---

El sesgo de selección mas conocido en poblaciones laborales es el efecto del trabajador sano. El *efecto del trabajador* sano se refiere a que, en forma selectiva, se incluyen en el grupo expuesto a los trabajadores sin problemas de salud, ya que estos continúan en el trabajo, mientras que los mas afectados dejan de trabajar o pasan a trabajar en otra ocupación donde no estén expuestos. Tal situación provoca una subestimación del efecto.

### ***c. Sesgos de confusión***

Además de la exposición a sustancias neurotóxicas, los resultados de pruebas neuroconductuales, neurofisiológicas y neuropsicológicas pueden ser influenciados por muchos otros factores relacionados con los individuos en un estudio (covariables). Las covariables pueden causar sesgos de confusión. Para interpretar los resultados de las pruebas neurológicas lo ideal sería tener un valor de referencia de cada participante del estudio antes del inicio de la exposición. Sin embargo, los valores de pre-exposición están disponibles muy pocas veces.

Al estimar la asociación entre una exposición X y un efecto sobre el sistema nervioso Y, se puede presentar un sesgo de confusión debido al efecto no controlado de la variable Z, que se encuentra asociada con la enfermedad y simultáneamente esté correlacionada, positiva o negativamente, con la exposición bajo estudio. La figura 3.1 presenta una situación en la que se produce un sesgo potencial de confusión. Por ejemplo, si el 50% de una población de pintores expuestos a solventes es mayor de 40 años versus solo el 25% de una población control de carpinteros, esa diferencia entre los dos grupos en cuanto a la distribución de la covariable edad puede ser la explicación parcial o total de un efecto observado. O sea, en este ejemplo la edad confunde el resultado del estudio.



*Figura 3.1. Representación esquemática de una situación en que se produce un sesgo potencial de confusión.*

Desde la etapa de planificación del estudio se deben definir factores potenciales de confusión con base en conocimientos previos y tratar de controlar los mismos mediante la selección de una población de referencia adecuada. La población de referencia (grupo control) debe ser comparable con la población expuesta e idealmente solo diferir en la variable de exposición. Es importante que el grupo control tenga las mismas características que el grupo expuesto en cuanto a las covariables principales (las variables predictores más importantes) como la edad, el nivel de educación y el estrato socioeconómico. La estrategia más simple para lograr el control de sesgos de confusión es la de *restricción* en el diseño y la exclusión de ciertos individuos para que la medida de asociación obtenida esté libre de la influencia de determinados sesgos potenciales. Como en la práctica no es posible hacer eso para todos los factores potenciales de confusión, durante el estudio se debe recoger información para cada uno de los participantes respecto a estos factores, como por ejemplo hábitos de fumar, consumo de alcohol y drogas. Luego se puede corregir los efectos de confusión mediante el análisis estadístico estratificado o multivariado de los datos.

A veces es complicado definir cuál es la causa exacta de un resultado menos favorable en una prueba. Por ejemplo, los trabajadores con poca educación se encuentran en los puestos de trabajo con la mayor exposición, o los trabajadores de mayor edad tienen más años de exposición y trabajaron bajo condiciones menos favorables (con exposiciones más altas) que los de menor edad. A continuación se describen una serie de variables que son importantes de tomar en cuenta como potenciales factores de confusión.

### ***Factores relacionados con la salud***

Personas que padecen de enfermedades graves del sistema nervioso como la epilepsia o la enfermedad de Parkinson, o que hayan sufrido un accidente cerebrovascular o un trauma craneal con pérdida del conocimiento, probablemente obtendrán resultados más bajos en las pruebas neuroconductuales sin que haya una asociación con la exposición al agente neurotóxico. Por lo general se excluyen del estudio personas que padecen de estas condiciones de salud. Adicionalmente, puede ser importante obtener una idea del estado general de salud de los participantes del estudio, especialmente para estudios en personas de mayor edad. La información sobre las antecedentes de la salud se puede obtener a través de cuestionarios, exámenes físico-neurológicos generales, y mediante exámenes de laboratorio.

### ***Factores relacionados con estilo de vida***

El uso de alcohol puede interferir con los resultados de las pruebas. Se puede obtener información a través de un cuestionario sobre la historia de la ingesta de alcohol y desarrollar un índice de alcohol consumido durante toda la vida. Adicionalmente se debe preguntar por ingesta reciente de alcohol o medir el nivel de alcohol en sangre el día de la aplicación de las pruebas. Para estudios prospectivos es importante saber si el uso de alcohol varió durante el período del estudio.

El hábito de fumar puede afectar el resultado de algunas pruebas, especialmente las de función del sistema nervioso periférico. Generalmente se obtiene información mediante el cuestionario, preguntando si la persona fuma o ha fumado en el pasado, los años que ha fumado y la cantidad por día.

---

## *Factores demográficos y socioeconómicos*

Factores demográficos pueden tener gran influencia sobre los resultados de pruebas neuroconductuales. Estrato socioeconómico y región de residencia son indicadores colectivos de un conjunto complejo de factores potenciales de confusión relacionados con estilo de vida, patrones culturales, así como conocimientos y capacidades de los individuos antes de la exposición. Es importante seleccionar los controles con eso en mente.

El género es un factor que se debe tomar en cuenta desde el diseño del estudio porque los resultados de muchas pruebas son diferentes para hombres y mujeres debido a diferencias en masa muscular, estatura etc. La estrategia más adecuada es analizar los datos de mujeres y hombres por separado o, en el caso de un estudio que compara un grupo expuesto con un grupo control, procurar que cada expuesto tenga un control del mismo género.

Sin embargo, el género no siempre refleja diferencias fisiológicas sino también diferencias en las condiciones de trabajo y de vida. Alice Hamilton (1943), la madre de la salud ocupacional moderna, mostró que las diferencias observadas entre hombres y mujeres en niveles de plomo, que se atribuían a diferencias biológicas, en realidad se debían a factores socio-económicos y de condiciones de trabajo. En muchos lugares de trabajo, el tipo de exposición es diferente en los puestos ocupados por las mujeres, o ciertas poblaciones étnicas. Es importante considerar esta situación en la interpretación de los resultados. Otro error frecuente en las investigaciones es la sub-valoración de síntomas que manifiestan las mujeres, debido al estereotipo de que las mujeres se quejan más que los hombres, dejando a un lado la asociación de estos síntomas con la exposición. Revisiones de la literatura científica han demostrado que ante iguales condiciones de trabajo los hombres y las mujeres presentan una prevalencia similar de síntomas (Mergler, 1999; Messing, 1998).

La edad es un factor que juega un papel dominante en los resultados de prácticamente todas las pruebas neurológicas. La capacidad del sistema nervioso varía mucho con la edad. Los niños tienen menor capacidad que los adultos, mientras que después de cierta edad la capacidad se reduce lentamente. En estudios transversales lo mejor es buscar para cada expuesto un control de aproximadamente la misma edad. En estudios de vigilancia se debe analizar si los efectos negativos que se observan con el tiempo, son debidos a un envejecimiento normal o no. Muchas veces sustancias neurotóxicas aceleran el proceso de envejecimiento del sistema nervioso (Mergler et al., 1999; Beuter et al., 1999; Weiss, 1996).

El nivel de educación es quizás el predictor más importante en las pruebas cognitivas. Las personas que saben leer bien y que están acostumbradas a realizar tareas abstractas, tendrán mejores resultados en pruebas de memoria, codificación y vigilancia que personas que tienen pocos años de educación. Por ello siempre se debe tomar en cuenta los años de

educación de las personas. En los estudios donde se compara un grupo expuesto con un grupo control, el grupo control debe tener un mismo nivel de escolaridad. Además, un nivel de educación bajo (menos de tres años) afectará la sensibilidad de las pruebas cognitivas, porque los resultados serán bajos, tanto en los expuestos como en los controles.

### ***Factores propios del individuo***

La inteligencia que tenía el sujeto antes de haber estado expuesto, también determina los resultados de las pruebas, especialmente los de las pruebas cognitivas. Rara vez hay datos anteriores a la exposición disponibles, por ejemplo tests efectuados para el servicio militar o en el proceso de selección para un trabajo. Hasta hace poco, se creía que las funciones verbales no se alteraban mucho con la exposición a sustancias neurotóxicas. Por esa razón, las pruebas de vocabulario se utilizaban como indicadores de la inteligencia pre-exposición. Sin embargo, investigaciones recientes han puesto en duda este concepto. La dificultad de medir la inteligencia anterior a la exposición o la enfermedad es un problema que no está resuelto.

La fuerza muscular está relacionada con biomasa y la masa corporal influye en las pruebas del sistema nervioso periférico. La estatura es un factor de confusión conocido en la prueba de sensibilidad vibrotáctil. Los resultados de la sensibilidad vibrotáctil también son influenciados por el grosor de callo en los dedos. Se debe evaluar cualitativamente la cantidad de callo que la persona tiene en los dedos que van a ser examinados. Esta información será utilizada luego durante el análisis de datos.

La agudeza visual afecta los resultados en las pruebas que requieran vista cercana como puntería, vigilancia de dígitos, discriminación de contraste y discriminación de colores. Una mala agudeza visual puede ser un criterio de exclusión, o se puede considerar la posibilidad de proveer lentes antes de aplicar las pruebas. Se debe analizar bien si la agudeza visual interfiere con los resultados de estas pruebas y en ese caso realizar pruebas de agudeza visual.

### ***Condiciones de trabajo, exposición a otras sustancias neurotóxicas***

La población de estudio puede haber estado expuesta a otras sustancias químicas neurotóxicas (metales, solventes, plaguicidas etc.), además de la sustancia que se está estudiando. Se debe obtener información sobre otras exposiciones tanto en el pasado como recientemente, en el trabajo o en el medio ambiente general. Factores de estrés psicológico, como el trabajo nocturno, y agentes físicos, como el trabajo con maquinaria vibrante, también pueden actuar como confusores.

---

### ***Tiempo de aplicación de las pruebas***

La hora de aplicación (mañana versus tarde) puede tener influencia en los resultados de las pruebas. En la tarde los resultados generalmente son menos favorables que en la mañana. Por ello siempre se apunta en el formulario de registro la hora de aplicación de cada prueba. Es aconsejable en estudios transversales mezclar expuestos y controles durante el día y en estudios prospectivos aplicar las pruebas a la misma hora que la vez anterior.

Si los sujetos del estudio han tenido exposiciones complejas, se debe evitar que ocurra una confusión entre los efectos agudos y los efectos crónicos. Dependiendo de los objetivos de la investigación, hay que escoger el momento de aplicación de las pruebas. Si se quiere evaluar los efectos de la exposición aguda, uno puede aplicar las pruebas antes y después del turno de trabajo. Contrariamente, si lo que se desea es evaluar los efectos de la exposición crónica, es necesario aplicar las pruebas con suficiente tiempo después de la última exposición para que no interfiera un posible efecto agudo. En muchos estudios de efectos precoces por exposición crónica las pruebas se aplican el día sábado a domingo, o luego de las vacaciones, para estar más seguro de evaluar efectos crónicos y no agudos.

### ***Otros factores relacionados con la aplicación de las pruebas***

Otros factores que pueden afectar los resultados son, por ejemplo, conocimiento previo de computadoras cuando se aplican baterías computarizadas, motivación distinta para los expuestos y los controles, interrupciones o factores de distracción y cambios en las personas que aplican las pruebas. Es recomendable incluir preguntas sobre la ingesta de cafeína (número de tasas de café o vasos de coca cola) el día de la aplicación de las pruebas, cómo y cuántas horas durmió la noche anterior, cómo se siente el día de aplicación de las pruebas y cuáles medicamentos usa.

La validez y la precisión de un estudio son de gran importancia, pero validez perfecta y precisión máxima son únicamente conceptos teóricos. La cuestión clave en la evaluación de un estudio es determinar el grado de certeza o confiabilidad, así como la dirección más probable del sesgo (Ahlblom y Norell, 1992). El cuadro 3.1 muestra algunos factores de confusión potenciales, con base en una revisión de diversos estudios de efectos neuroconductuales (Mergler, 1996; Stephens et al., 1995; Rosenstock et al., 1991, Steenland et al., 1994; Savage et al., 1988; Ruijten et al., 1994; Wesseling et al., 1997; Wendel de Joode, van et al., 1998).

Cuadro 3.1. Posibles factores de confusión.

<b>Tipo</b>	<b>Factores de Confusión</b>
Factores relacionados con la salud	Enfermedades del sistema nervioso: epilepsía, hernia de disco, la enfermedad de Parkinson, etc Antecedente de derrame cerebral o trauma craneal con pérdida del conocimiento Enfermedades graves de los riñones y el hígado, anemia, malaria, enfermedades reumáticas, etc. Agudeza visual
Factores relacionados con el estilo de vida	Consumo de alcohol a lo largo de la vida Hábitos de fumar Uso de medicamentos Consumo de drogas
Factores demográficos y socioeconómicos	Edad Género Educación Estrato socioeconómico Primer idioma Región geográfica de procedencia o habitación Ocupación
Factores propios del individuo	Inteligencia pre-exposición Mano dominante Agudeza visual Masa corporal (estatura y peso) Grosor de callo en los dedos de manos y pies
Exposición a otras sustancias neurotóxicas	Solventes Plaguicidas Plomo y otros metales pesados Otras sustancias tóxicas ocupacionales o ambientales
Exposición a agentes físicos neurotóxicos	Ruido Trabajo con maquinaria que vibra: motosierra, tractor, etc.
Exposición a factores de estrés psicológico	Trabajo nocturno Trabajo rotativo Poco control y satisfacción en el trabajo
Otros factores relacionados con la aplicación de las pruebas	Hora de aplicación Conocimiento previo de computadoras (baterías computarizadas) Motivación Interrupciones o factores de distracción Cambio de examinador durante el estudio Cambios de procedimientos durante el estudio Infección/gripe en las últimas dos semanas Durmió mal la noche previa a las pruebas u horas de sueño la noche previa a las pruebas Consumo de cafeína el día de las pruebas Consumo de licor el día de las pruebas

---

### *Pero no siempre es confusión*

No siempre las covariables son confusores, aunque estén asociados con el efecto que se está midiendo. Es erróneo pensar que los predictores importantes de los resultados de las pruebas neuroconductuales forzosamente son factores de confusión. Mientras tales factores tengan una distribución igual entre los grupos que se están comparando, no actuarán como confusores. Por ejemplo, si los grupos de los expuestos y los controles tienen la misma proporción de individuos con el antecedente de trauma cráneo-encefálico (TCE), siempre que la severidad de los traumas también se distribuye en forma igual en los dos grupos, entonces en ese estudio en particular no habrá confusión por TCE. En ese caso, los análisis con y sin la variable TCE en el modelo producirán los mismos resultados respecto a la asociación entre la exposición de interés y el efecto bajo estudio. En tal caso, el incluir TCE en el modelo de análisis multivariado resultaría en una pérdida innecesaria en la precisión de los resultados.

A veces ocurre que el efecto es exacerbado cuando, además de la exposición, esté presente otro determinado factor de riesgo. Cuando el efecto observado es mayor que la suma de los efectos causados por cada uno de los factores por separado, no hay un sesgo de confusión sino una interacción de los dos factores. Este tipo de interacción se llama sinergismo. Un ejemplo es la potencialización del poder neurotóxico de ciertos solventes orgánicos en personas que además tienen una ingesta importante de alcohol. Otro ejemplo es que el deterioro del sistema nervioso con la edad es más acelerado en personas expuestas a sustancias neurotóxicas que en personas no expuestas (Mergler et al., 1999; Beuter et al., 1999; Weiss, 1996). Las interacciones entre una exposición y otros factores de riesgo se pueden detectar mediante análisis estratificados. No es conveniente tratarlos como confusores mediante análisis multivariados, porque la interacción es un resultado de interés per se.

A veces, una covariable que está asociada al efecto bajo estudio, en realidad es una manifestación más temprana de este efecto. En otras palabras, forma parte del mecanismo fisiopatológico, y se encuentra en algún punto del trayecto entre la exposición y el efecto que estamos estudiando. Un ejemplo sería que un nivel bajo de hormonas corticosteroides disminuyera la capacidad del organismo para responder a situaciones de estrés, lo cual se refleja en un peor resultado en las pruebas neuroconductuales de concentración. Si el nivel promedio hormonal es más bajo en los expuestos que en los no-expuestos, pero la sustancia neurotóxica bajo estudio es la causa de estos niveles bajos, el ajustar por este factor haría desaparecer una diferencia real entre los expuestos y los no-expuestos.

Finalmente, la variable puede ser otra manifestación de la misma exposición, independiente del mecanismo fisiopatológico del efecto bajo estudio. Es posible que el alcoholismo en sí constituya un efecto neurotóxico de la exposición a solventes. Igual que en el caso anterior el ajustar por este factor enmascararía una diferencia real entre los expuestos y los no expuestos.

### **3.3 Criterios de selección para una batería de pruebas**

Muchos estudios en países en desarrollo han utilizado la batería de la Organización Mundial de la Salud, la Neurobehavioral Core Test Battery (NCTB) (World Health Organization, 1986). La NCTB está fácilmente disponible y ha demostrado que provee

información buena sobre los efectos de la exposición a sustancias tóxicas (Anger, 1999). Con el desarrollo del NCTB se esperaba poder comparar estudios a nivel internacional (Anger, 1999). Se pretendía que la batería fuera relativamente insensible a las influencias culturales y educativas. Sin embargo, la NCTB tiene un predominio de pruebas cognitivas o cognitivo-motoras, que inevitablemente dependen de la cultura y el nivel de educación. Anger et al. (1993) aplicaron la NCTB en poblaciones de diez países en tres continentes, entre otros en una población nicaragüense de baja escolaridad (en promedio tres años). Se encontró que para la población nicaragüense la prueba de Santa Ana era la única prueba que mostró resultados comparables con otras poblaciones. No se pudo evaluar el Tiempo de Reacción Simple, ya que esta prueba fue aplicada de forma diferente en Nicaragua que en los otros países. Sin embargo, múltiples investigaciones han demostrado que la NCTB es suficientemente sensible para comparar poblaciones en el mismo contexto cultural.

Por otra parte, desde un principio se conceptualizó que esta batería constituye un núcleo y que es necesario añadir otras pruebas con el fin de proveer una imagen más completa de los efectos de una exposición. Por ejemplo, la NCTB no incluye pruebas que evalúan funciones sensoriales, como la visibilidad de contraste cercana, funciones auditivas y olfatorias, y sensibilidad vibrotáctil. Además, el cuestionario utilizado, el POMS (Profile of Mood States), no parece ser tan sensible en los países latinoamericanos como otros cuestionarios de síntomas neuropsicológicos, específicamente el Cuestionario-16 (Q-16) y el Inventario Breve de Síntomas (Brief Symptom Inventory, BSI) (Mergler, 1996; Wesseling et al., 1999).

Existe un gran número de pruebas por lo que es necesario escogerlas cuidadosamente. Un requisito esencial para obtener resultados válidos en neurotoxicología es que las pruebas usadas sean suficientemente sensibles para detectar alteraciones tempranas y que midan las funciones que probablemente sean afectadas (Johnson et al., 1987). Johnson provee criterios relacionados con sensibilidad y validez que siguen siendo válidos. Un principio básico es que es mejor usar pocas pruebas bien seleccionadas que acabar con muchas pruebas mal administradas. Otro punto elemental concierne a la relevancia de la batería. Cada prueba necesita una justificación, aún cuando no se esperan encontrar diferencias. Cuando se eligen pruebas, se deberían tomar en cuenta los siguientes criterios de selección:

- La batería de pruebas *debe dar respuesta a una pregunta específica*, que debe estar basada en el conocimiento de la literatura científica y en una buena comprensión de los problemas que las personas expuestas estén experimentando. Es esencial discutir la situación con gente clave entre los expuestos con el fin de obtener sus impresiones. Uno puede aprender mucho de sus experiencias y con eso puede aumentar la relevancia de lo que se mide. Por ejemplo, si personas claves relatan que, en su opinión, mucha gente está deprimida o padece de cansancio, eso no necesariamente tiene que ser cierto, pero es importante medir esos elementos.
- Para la selección de las pruebas se debe tomar en cuenta el *conocimiento sobre la exposición de interés* que se ha obtenido a través de estudios epidemiológicos y clínicos previos, así como de estudios experimentales. Por ejemplo, si se planea examinar los efectos neurotóxicos de la exposición de mineros al manganeso o la exposición de agricultores a fungicidas conteniendo manganeso (maneb o mancozeb), se debe realizar previamente una revisión de la literatura. Esto incluye los estudios epidemiológicos

---

neuroconductuales previamente realizados en trabajadores industriales y agrícolas expuestos al manganeso, los estudios clínicos en mineros, y los estudios experimentales que han mostrado que el manganeso actúa sobre el sistema dopinérgico y que se acumula en los ganglios basales. La batería tendrá que incluir pruebas que miden cambios a esos niveles del sistema nervioso, que no están cubiertos por la NCTB, incluyendo pruebas de movimientos rápidos alternando, movimientos coordinados y pruebas de aprendizaje y memoria.

- Otro punto clave es el *grado de entrenamiento de las personas que aplicarán las pruebas*. Si la batería de pruebas es aplicada por un psicólogo con entrenamiento en técnicas neuropsicológicas, la batería puede incluir pruebas más sofisticadas que cuando va a ser administrado por un técnico con poca educación formal en este campo. El asunto de la capacitación se discute más adelante, pero aún en la etapa de la selección de las pruebas, es importante escoger aquellas que puedan ser aplicadas adecuadamente por el personal que trabajará en el estudio.
- El *tipo de población de estudio* es una consideración de peso. Los conocimientos se basan en la experiencia acumulada durante la vida. El conocimiento de poblaciones que viven en las orillas de los ríos de la Amazonia de Brazil no tiene la misma base de referencia que el conocimiento de poblaciones de las ciudades de América del Norte, donde la mayoría de las pruebas han sido desarrolladas. Por eso debemos analizar el contexto cultural de las pruebas. Por ejemplo, en algunas pruebas neuropsicológicas, se pide a la persona que identifique una figura escondida. Si estos objetos no les son familiares a muchas personas de una población de estudio, la prueba tendrá poca validez. Es más, la aplicación misma de las pruebas es un fenómeno cultural, particularmente si está basado en una medición de tiempo para su realización. Aunque eso se soluciona generalmente con un grupo control similar, es importante considerar esto en la selección de las pruebas, ya que en muchas pruebas se invalida el intento si el tiempo para la respuesta se dilata demasiado. Otros ejemplos son la inclusión de ciertas pruebas visuales en un estudio en personas mayores que probablemente no tengan lentes para la corrección de deficiencias de visión cercana, o pruebas que requieren lectura en una población con muy baja escolaridad. Es importante realizar un pre-prueba para cada una de las pruebas que se estén considerando con el fin de asegurar que sean adecuadas para la población de estudio.
- También se debe considerar el *tiempo disponible para la aplicación de las pruebas*. Cambios neuroconductuales tempranos se miden generalmente en poblaciones activas. O sea, los participantes se dedican a sus actividades diarias y no necesariamente están disponibles para ir a centros donde se pueden aplicar pruebas complicadas. En empresas, el tiempo que el patrono esté dispuesto a asignar a un estudio, es usualmente muy limitado. Si no es posible aplicar las pruebas en horas de trabajo, habrá que pedir a los trabajadores que las hagan en su tiempo libre. Eso puede ser una carga para ellos, particularmente para mujeres quienes a menudo tiene la responsabilidad del hogar. A veces el tiempo para la aplicación de las pruebas tiene que ser muy corto y hay que seleccionar las pruebas de manera que se puede maximizar la información obtenida en el tiempo más corto posible.

- La selección de las pruebas también depende de las *condiciones del ambiente* donde serán aplicadas. Pruebas que requieren de electricidad obviamente no son relevantes en áreas donde no hay electricidad. Las condiciones de luz son importantes para muchas pruebas que dependen de visión adecuada. Si durante la ejecución del estudio las condiciones de luz cambian, eso puede afectar el tiempo de respuesta para identificación visual o dibujar objetos. No siempre es posible aplicar las pruebas en condiciones ideales, pero la selección de las pruebas debe de considerar eso.

### **3.4 Organización del estudio**

Hay muchas cosas a tener en cuenta en la organización práctica para la conducción de estudios neuroconductuales. Para realizar un estudio exitosamente es necesario prepararse muy bien. En países en vías de desarrollo es difícil lograr condiciones óptimas para la conducción de un estudio neuroconductual y, en vez de dejar de investigar, tenemos que adaptarnos a las circunstancias de cada caso. Sin embargo, es de suma importancia conocer cuáles son las condiciones idóneas y tratar de acercarse a ellas lo más posible. El poner suficiente atención y cuidado puede aumentar considerablemente la calidad del estudio. Por otra parte, cuando se conduce una investigación, es importante entender y reconocer las limitaciones para poder interpretar los resultados adecuadamente.

El rigor científico en estudios neuroconductuales difiere del rigor de un diagnóstico clínico. Para hacer un diagnóstico clínico se examinan exhaustivamente todos los aspectos diferentes en torno a un individuo. En un estudio neuroconductual, se requiere mantener las condiciones constantes y lo más parecidas posibles con el fin de obtener un retrato bien enfocado de los grupos bajo estudio. Por eso, se deben contemplar las condiciones para la aplicación de las pruebas en la manera más rigurosa posible.

#### ***Los examinadores***

Los examinadores deben ser responsables y estar motivados para que trabajen con la máxima precisión. Lo anterior es más importante que su nivel de educación. Deben comprender que la introducción de cambios en los protocolos puede invalidar los resultados. El investigador principal debe poder confiar en su objetividad y honestidad en cuanto al reporte de los resultados y eventuales problemas durante la aplicación de las pruebas, aún cuando el no esté presente.

#### ***El entrenamiento***

Es necesario invertir suficiente tiempo en el entrenamiento de los técnicos o asistentes. En todo caso debe ser el tiempo necesario para que dominen las técnicas de aplicación completamente, y eso puede variar entre días y semanas. Un ejemplo de un esquema de entrenamiento efectivo podría ser que los técnicos, después de recibir información teórica, practiquen bajo supervisión del entrenador, primero entre ellos, luego con voluntarios (por ejemplo familiares o compañeros de trabajo), y finalmente con personas parecidas en edad y nivel educativo a la población de estudio. Según las circunstancias, cada técnico se especializará en una o algunas de las pruebas.

---

El entrenamiento deberá comprender suficiente información teórica de neurotoxicología, agentes neurotóxicos y pruebas neurológicas, e información general sobre cuáles pruebas se utilizarán en la investigación, qué miden las pruebas, cómo es la aplicación y cuáles son los problemas que se pueden presentar. Para cada prueba debe de haber disponible una descripción detallada de su aplicación y un formulario para la recolección de los datos, con el fin de garantizar una aplicación estandarizada.

### ***Organización de la aplicación de las pruebas***

Es importante que los mismos técnicos apliquen las mismas pruebas a lo largo de toda la investigación. Un cambio de técnico puede provocar diferencias en los resultados, porque cada persona tiene su forma personal de trabajo y trato con la gente, a pesar de la estandarización. Adicionalmente, los examinadores deben durar aproximadamente igual tiempo en la aplicación de sus pruebas para facilitar la rotación. Preferiblemente, los participantes hacen las pruebas en un orden fijo. Es aconsejable que alguien coordine la rotación de los participantes en el estudio. El coordinador resolverá problemas durante la aplicación de pruebas, o hay que garantizar que se disponga de información de consulta sobre la aplicación de las pruebas, junto con instrucciones sobre qué hacer en situaciones especiales.

Los examinadores no deben tener conocimiento de la categoría del participante de estudio (expuesto o control). Los dos grupos deben ser distribuidos aproximadamente igual sobre el período de trabajo de campo para excluir variabilidad durante el periodo de aplicación como factor de confusión.

### ***Local y equipo según condiciones ideales***

Antes de iniciar las sesiones de pruebas, hay que asegurarse que todo el equipo esté en buen estado y que haya copias de todos los formularios. Los formularios tienen que tener espacio para poner el código del sujeto, la fecha y la hora. Además los técnicos que aplican las pruebas necesitan, cada uno, dos lápices sin borrador, un cuaderno y un saca puntas. Para cada unidad de pruebas se requiere un cuarto tranquilo, con suficiente luz, un escritorio y dos sillas, con una temperatura agradable. Es importante que en los cuartos no se escuche las conversaciones en espacios físicos colindantes. En estudios de mayor envergadura con baterías de pruebas que toman mucho tiempo, lo ideal es tener una sala de espera para los participantes del estudio con refrescos y comida. En países en desarrollo, muchas veces las condiciones en que se tienen que aplicar las pruebas están lejos de ser las ideales. Sin embargo, sea donde sea que se aplican las pruebas, inclusive en el sitio más humilde debe procurarse el mayor orden y control posibles sobre factores externas que pueden interferir.

### ***Motivación y organización de los participantes***

A los participantes se explican los objetivos del estudio y en que consiste la participación. Se les explica que se pueden retirar en cualquier momento, sin que esto les perjudica de ninguna forma. Preferiblemente se obtiene una declaración de consentimiento por escrito antes de iniciar la aplicación de pruebas. En el caso de que haya un grupo expuesto y un grupo control, siempre se debe dar la misma información y la misma motivación a ambos

grupos. Es importante que las personas del grupo control se sientan como expuestos.

### ***Problemas durante la aplicación de las pruebas***

Durante la aplicación de pruebas pueden ocurrir una serie de problemas y es importante que los técnicos respondan a ellos en una forma estandarizada. A continuación ofrecemos una traducción de ejemplos de problemas comunes con posibles soluciones recomendadas en las instrucciones de la NCTB (World Health Organization, 1986).

*Malestar físico.* La persona viene a hacer la prueba sintiéndose enfermo. Cuando esto ocurre lo mejor es que se le da una cita para otro día. Si insiste en quedarse, puede hacerlo, pero hay que anotarlo en el formulario de registro. Si la persona se indispone en el transcurso de las pruebas, se debe evaluar la causa y tomar la decisión de continuar o interrumpir según el estado de salud de la persona. En el caso de que, una vez iniciadas las pruebas, el examinador notara problemas auditivos o visuales en la persona, o alguna otra discapacidad física importante al ejecutar las pruebas, se pueden modificar las estrategias. Por ejemplo, si la persona no oye bien se le puede dar instrucciones para que las lea. Cuando eso no sea posible, se le aplican únicamente las pruebas que puede realizar.

*El fracaso en las pruebas resulta molesto.* La persona interrumpe la prueba, objetando que lo está haciendo muy mal. Si esto es cierto, el examinador deberá decirle: “Sí, esa es una prueba difícil para todos, pero muy importante. Se debe finalizar la prueba y proseguir con la siguiente”. Si el desempeño es bueno, y el malestar se debe a una depresión, el examinador debe reforzar y motivarlo, felicitando la persona por su actuación. En este caso será provechoso comunicar a la persona sus resultados.

*Rechazo emocional de las pruebas.* La persona interrumpe las pruebas, diciendo que está cansada y que no quiere continuar, que no puede hacer tareas como en la escuela etc. En tal caso es posible que la persona no tenga claros los objetivos del estudio o no puede relacionar estos con los instrumentos usados en la prueba, y lo mejor es volver a explicar los objetivos. Si la persona rehusa hacer las pruebas o no encuentra relación con los objetivos, será útil decirle que, aunque las tareas que se le piden no tienen nada que ver con lo cotidiano, la conducta resulta de la interacción de múltiples funciones mentales. Si la persona siempre rehusa hacer las pruebas hágale saber que su participación es voluntaria y que en cualquier momento puede retirarse.

*Descalificación de las pruebas.* La persona interrumpe la prueba, diciendo que lo que le pidieron que haga es muy tonto. Como en el ejemplo anterior, la persona podría temer que aunque las pruebas parecen sencillas, el fracaso en ellas puede hacerle perder el empleo. Su táctica de tratar de controlar los resultados de la prueba es quitándole importancia a la misma. El examinador deberá aceptar que ese sentimiento de temor existe, haciéndole énfasis en que los resultados son confidenciales y nadie va a conocerlos fuera del investigador.

*Actitud dependiente.* La persona espera aprobación después de cada prueba, o durante ellas. El examinador puede felicitar al sujeto pero no fomentar un papel paternalista, sino estimular la autonomía de la persona. Puede pedirle a la persona que evalúa su propio rendimiento, y luego añadir “Ve, usted no necesita mi opinión para saber que tan bien lo está haciendo”.

---

*Nerviosismo.* La persona está irritada, nerviosa, intolerante hacia las pruebas y discute todo. El examinador evitará involucrarse en una discusión. Indagará las razones del nerviosismo de la persona, permitiéndole desahogar su tensión. La prueba deberá posponerse hasta que la persona se tranquilice. Regístrelo en el formulario.

*Interrupciones.* Durante la ejecución de la prueba pudiera suceder que la persona examinada se distraiga por ruido, gente que entra, fallo del fluido eléctrico etc. En el caso de que la prueba sea con tiempo limitado o requiera concentración, el examinador indicará a la persona parar y empezar de nuevo. En el caso de que la interrupción no influya en el resultado de la prueba, el examinador indicará a la persona que suspenda hasta que se resuelva el problema, e indicará a la persona cuando puede seguir.

## **4. DESCRIPCIÓN DE PRUEBAS NEUROLÓGICAS**

### **4.1 Pruebas incluidas en el manual**

En este manual no se incluyeron todas las pruebas que se podrían utilizar. Se pretendió dar una orientación general para estudios sobre efectos neurotóxicos en América Latina. Se hizo una selección de pruebas que tienen una sensibilidad y especificidad aceptable, y que son fáciles de aplicar y económicas. El manual comprende pruebas que evalúan las áreas definidas en las directrices para la estimación de riesgos neurotóxicos de la “Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency, United States of America, 1998)”.

Se han incluido las pruebas del “Neurobehavioral Core Test Battery (NCTB)” de la Organización Mundial de Salud (World Health Organization, 1986), así como otras pruebas ampliamente conocidas y utilizadas a nivel internacional. También se incluyeron pruebas sensoriales de uso más reciente que evalúan funciones visuales y olfatorias, así como pruebas de sensibilidad vibrotáctil, y un examen neurológico clínico cuantitativo especialmente desarrollado para estudios neurotóxicos. No se han incluido pruebas para evaluar los efectos de sustancias neurotóxicas en el sistema nervioso autónomo, porque existen muy pocos estudios en este campo. Esta área merecería más atención.

La descripción de pruebas de la NCTB fue traducida del manual original (World Health Organization, 1986). La prueba de Perfil del Estado de Animo (POMS) no fue incluida, porque no se encontró una traducción validada y las experiencias personales en poblaciones latinoamericanas han sido poco positivas. En el cuadro 4.1 se describen las pruebas incluidas en este manual por dominio y función evaluada.

*Cuadro 4.1. Pruebas neuroconductuales incluidas en el manual según función evaluada y dominio del sistema nervioso*

<b>PRUEBA</b>	<b>FUNCION EVALUADA</b>	<b>DOMINIO</b>
Dígitos Dígitos y símbolos Vigilancia de dígitos Fluidez verbal Senderos – A Senderos – B Benton	Memoria inmediata auditiva Memoria asociativa (codificación) Atención sostenida Fluidez verbal Percepción visomotora Interferencia cognitiva Memoria inmediata visual	Cognitivo
Tiempo de reacción simple Santa Ana Tablero de clavijas de Purdue Tablero de clavijas y ranuras Puntería II	Velocidad motora – concentración Coordinación motora – destreza manual Coordinación motora – destreza manual Destreza manual, movimientos motores Rapidez motora y precisión	Cognitivo-motor
Prueba de estabilidad en nueve agujeros Tamborileo Dinamometría, fuerza de pinza Dinamometría, fuerza de agarre Exámen neurológico cuantitativo de Panisset	Estabilidad motora Rapidez motora y coordinación Fuerza motora de dedos Fuerza motora de manos Función neurológica motora voluntaria	Motor
Contraste visual (Vistech-6000) Discriminación cromática (Lanthony 15-D) Sensibilidad olfatoria (Olfactolabs Smell Kits) Vibrometría (Vibrotron II)	Sensibilidad de contraste visual cercana Discriminación de colores Sensibilidad olfatoria Sensibilidad vibrotáctil de dedos de manos y pies	Sensorial
Cuestionario –16 Inventario Breve de Síntomas (IBS)	Síntomas neurotóxicos y neuropsiquiátricos	Afecto

---

## 4.2 Pruebas de dominio cognitivo

Antes de iniciar las pruebas, se determina la mano dominante de la persona. En vez de preguntar con cuál mano escribe, es mejor determinar cuál mano utiliza para cortar con tijeras o para martillar. Esto se anota en el formulario.

### 4.2.1 Dígitos (*Digit span*)

*Fuente:* Wechsler, 1981; World Health Organization, 1986.

*Dominio:* Cognitivo

*Evalúa:* Memoria inmediata (corto plazo)

*Equipos/materiales:* Formulario de trabajo y lápiz

*Duración:* Aproximadamente 5 minutos

#### ***Introducción:***

La prueba de dígitos es una subtarea verbal de la Escala Wechsler de Inteligencia de Adultos (WAIS). Es también una subtarea de la escala de Wechsler de Memoria (WMS) y forma parte del NCTB.

#### ***Descripción de la prueba***

La prueba contiene siete pares de secuencias de números aleatorios progresivamente más largos. La tarea de la persona examinada consiste en la repetición oral de los dígitos en el mismo orden y luego la repetición de los dígitos en orden inverso. Esta prueba requiere mucha concentración de parte de la persona examinada y pronunciación clara de parte del examinador.

#### ***Preparación***

Anote código personal, fecha y hora en que se realiza la prueba. La persona examinada estará sentada frente al examinador. Asegúrese que la persona no ve la hoja donde están las secuencias de números

#### ***Aplicación de la prueba:***

##### 1. Dígitos en el mismo orden

La prueba de dígitos en el mismo orden se inicia directamente, sin práctica previa. Diga: “***Voy a decir algunos números. Escuche con atención y luego repítalos exactamente en el mismo orden***”. Pronuncie cada dígito claramente, a razón de uno por segundo. Mantenga uniformes el tono y el ritmo de su voz, excepto para el último dígito de cada secuencia, donde debe bajar el tono. Cuando la persona ha completado una secuencia bien o mal, pase inmediatamente a la siguiente. La prueba será descontinuada cuando la persona falla dos secuencias de la misma longitud.

Problema: La persona falla una de las dos secuencias de una prueba debido a distracción.

Acción: Se repite la prueba haciendo uso de la secuencia correspondiente contenida en números adicionales.

***Puntaje:***

1 punto por cada secuencia correcta. El máximo puntaje en la prueba de dígitos en el mismo orden es de 14 puntos.

2. Dígitos en orden inverso

Diga: “ *Voy a leer otros números, pero esta vez deseo que usted los repita en orden inverso, es decir, dirá el último número primero y el primer número de último. Por ejemplo, si yo digo, 7-1-9, ¿Qué diría usted?*”

Problema: En la presentación de 3 dígitos, la persona repite los números correctos, pero en orden incorrecto. Por ejemplo, dice 9-7-1 cuando la secuencia dada es 7-1-9.

Acción: Ponga un ejemplo con dos dígitos y luego con tres para mostrar la progresión. En este caso, es más útil hacer ejemplos con números secuenciales como 1-2-3. Tome esta acción únicamente con el primer grupo de 3 dígitos.

Si la persona dice la secuencia correctamente, entonces añade: “***Bien, ahora diré otras secuencias para que usted repita de nuevo.***” Si la persona falla en el ejemplo, repita las instrucciones y ponga otro ejemplo: 3-4-8. Si la persona falla en el segundo ejemplo pero parece entender las instrucciones, inicie la prueba. La prueba será discontinuada cuando la persona falla dos secuencias de la misma longitud.

Problema: La persona falla una de las dos secuencias de una prueba debido a distracción.

Acción: Se repite la prueba haciendo uso de la secuencia correspondiente contenida en números adicionales.

***Puntaje:***

1 punto por cada secuencia correcta. El máximo puntaje en la prueba de dígitos en el orden inverso es de 14 puntos.

El puntaje total para una persona en la prueba de dígitos es la suma de los puntos obtenidos en ambas pruebas.

## Prueba de dígitos - Formulario de aplicación y registro

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

En el mismo orden	Correcto	Orden inverso	Correcto
5-8-2	[ ]	2-4	[ ]
6-9-4	[ ]	5-8	[ ]
6-4-3-9	[ ]	6-2-9	[ ]
7-2-8-6	[ ]	4-1-5	[ ]
4-2-7-3-1	[ ]	3-2-7-9	[ ]
7-5-8-3-6	[ ]	4-9-6-8	[ ]
6-1-9-4-7-3	[ ]	1-5-2-8-6	[ ]
3-9-2-4-8-7	[ ]	6-1-8-4-3	[ ]
5-9-1-7-4-2-3	[ ]	5-3-9-4-1-8	[ ]
4-1-7-9-3-8-6	[ ]	7-2-4-8-5-6	[ ]
5-8-1-9-2-6-4-7	[ ]	8-1-2-9-3-6-5	[ ]
3-8-2-9-5-1-7-4	[ ]	4-7-3-9-2-2-8	[ ]
2-7-5-8-6-2-5-8-4	[ ]	9-4-3-7-6-2-5-8	[ ]
7-1-3-9-4-2-5-6-8	[ ]	7-2-8-1-9-6-5-3	[ ]

Números adicionales

En el mismo orden	Correcto	Orden inverso	Correcto
6-1-9	[ ]	3-8	[ ]
5-3-1-8	[ ]	7-4-9	[ ]
9-4-7-2-6	[ ]	8-3-1-5	[ ]
6-3-1-8-5-7	[ ]	5-8-2-4-7	[ ]
4-8-2-6-3-7-1	[ ]	3-9-5-6-1-7	[ ]
4-1-3-6-8-2-9-5	[ ]	5-2-8-1-9-6-3	[ ]
3-7-6-8-4-2-1-5-9	[ ]	6-9-2-4-7-3-1-8	[ ]

Dígitos en el mismo orden \_\_\_\_\_ puntos  
puntos

Dígitos en orden inverso \_\_\_\_\_

Puntaje total \_\_\_\_\_ puntos

#### 4.2.2 Dígitos y símbolos (Digit symbol)

<i>Fuente:</i>	Wechsler, 1981; World Health Organization, 1986
<i>Dominio:</i>	Cognitivo
<i>Evalúa:</i>	Percepción visual (codificación)
<i>Equipos/materiales:</i>	Formulario de aplicación, lápiz y cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 5 minutos

##### ***Introducción:***

La prueba de Dígitos y símbolos es una subtarea de la Escala de Inteligencia Wechsler para Adultos (WAIS) y forma parte del NCTB. Esta prueba involucra aprendizaje de asociaciones, conocimiento de números y velocidad motriz perceptiva. La prueba se realiza con tiempo definido.

##### ***Descripción de la prueba:***

La parte superior de la hoja de trabajo contiene una lista de números del uno al nueve asociados cada uno con un símbolo. En la parte inferior existe una lista de dígitos aleatorios, con casillas en blanco debajo de cada dígito. La tarea para la persona consiste en llenar, durante 90 segundos la mayor cantidad de cuadros en blanco con los símbolos asociados con los dígitos correspondientes y hacerlo lo más rápido posible.

##### ***Preparación:***

Anote código personal, fecha y hora en que se realiza la prueba.

Ponga la hoja de trabajo de Dígitos y símbolos sobre una mesa junto con un lápiz frente a la persona examinada, que debe estar sentada. Señale el modelo que aparece en la parte superior de la hoja de trabajo y diga: ***“Mire estas casillas. Cada una tiene un número en la parte superior y una figura en la parte inferior. Hay nueve números, de uno al nueve, y cada uno tiene su propio símbolo.”***

Luego, señalando a la primera fila, diga: ***“Aquí como usted ve, solo están impresos los números. Su tarea es la de llenar cada casilla vacía con el símbolo correspondiente a ese número”***.

Señale la primera casilla de la serie de práctica y diga: ***“Aquí está un 2, encuentre su símbolo y colóquelo en el cuadro vacío que está debajo de él. Pruebe con el siguiente número. Complete su símbolo”***.

Si la persona ha completado las tres primeras casillas correctamente, diga: ***“Bien, ahora proceda a llenar cuatro casillas más hasta la línea gruesa. “Luego de 20 segundos, si la persona no ha llenado aún todos los cuadros vacíos hasta la línea gruesa, diga: “Trate de trabajar un poco más rápido.”***

---

Compruebe que la persona llena las casillas con los símbolos correctos. Si comete errores, deténgalo, regrese al modelo y pida a la persona que indique la respuesta correcta. Comience la prueba tan pronto como los cuadros de ensayo hayan sido completados.

### ***Aplicación de la prueba***

Cuando los cuadros de práctica han sido completados, diga: ***Comenzando desde aquí (el número dos luego de la línea gruesa) usted continuará hasta que yo le diga que pare. No se salte ningún cuadro. Cuando termine la primera línea pase a la siguiente (al número uno) y, así sucesivamente. Trabaje rápidamente. No se preocupe sobre lo bien que dibuja las figuras. Diga: “Comience ahora”, y accione el cronómetro. Al final de los 90 segundos, diga: “Pare.”***

Problema: La persona omite un ítem.

Acción: Sin interrumpir la prueba, diga: ***“No se salte ningún cuadro.”***

Problema: La persona sistemáticamente llena solamente los espacios correspondientes a un número determinado.

Acción: Pare la prueba, entregue a la persona una nueva hoja de trabajo, y repita las instrucciones.

Problema: El ritmo de realización de la prueba es muy lento. La persona parece haber subestimado las instrucciones de trabajar rápido.

Acción: Sin interrumpir la prueba, diga: ***“trabaje con rapidez.”***

### ***Puntaje:***

Cuente el número de ítems completados en forma correcta. Si un símbolo es un poco diferente al símbolo correcto en su forma u orientación cuéntalo como correcto siempre que no se confunda con otro símbolo. Si tiene dudas, anote esto en el formulario de registro, pero otorgue el puntaje según su mejor criterio. El puntaje obtenido será el número de símbolos llenados correctamente en 90 segundos.

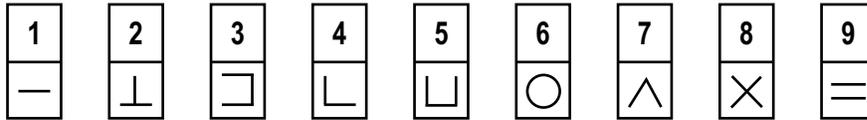
**Prueba de Dígitos y símbolos - Formulario de aplicación y registro**

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

**Dígitos y  
Símbolos**



2	1	3	7	2	4	8	2	1	3	2	1	4	2	3	5	2	3	1	4	5	6	3	1	4

1	5	4	2	7	6	3	5	7	2	8	5	4	6	3	7	2	8	1	9	5	8	4	7	3

6	2	5	1	9	2	8	3	7	4	6	5	9	4	8	3	7	2	6	1	5	4	6	3	7

9	2	8	1	7	9	4	6	8	5	9	7	1	8	5	2	9	4	8	6	3	7	9	8	6

**PUNTAJE:**

---

### 4.2.3 Vigilancia de dígitos

Fuente:	Lewis & Kapke, 1977; World Health Organization, 1986
Dominio:	Cognitivo
Evalúa:	Atención sostenida
Equipo/materiales:	Formulario de trabajo, lápiz y cronómetro
Duración:	Aproximadamente 5 minutos

#### ***Introducción:***

La prueba de vigilancia de dígitos fue desarrollada por RF Lewis (1977). La prueba evalúa la atención sostenida y requiere saber reconocer el número seis.

#### ***Descripción de la prueba:***

La prueba consiste en encontrar el número seis en una hoja llena de números y marcarlos con una raya lo más rápido que pueda.

#### ***Preparación:***

Anote código personal, fecha y hora en que realiza la prueba.

Diga: ***“En este prueba usted debe encontrar todos los números 6, y marcarlos con una raya. Ensaye en las primeras dos líneas iniciando horizontalmente al lado izquierdo de la primera y continuando al lado derecho de la segunda línea. Trate de hacerlo lo más rápido que pueda.”***

#### ***Aplicación de la prueba***

Una vez concluido el ensayo debe iniciar la prueba en la forma ya indicada. ***“Está listo? inicie ya.”*** Tome el tiempo de inicio. Observe como está haciendo la tarea. Debe ir en dirección horizontal. Si lo está haciendo muy lentamente, dígame: ***“trate de hacerlo un poco más rápido, no importa si se salta algunos.”*** Si se está saltando demasiados, diga: ***“Trate de no saltarse tantos, pero continúe rápidamente si puede.”***

Cuando la persona termina la página, esté seguro que haya medido el tiempo.

#### ***Puntaje:***

Use una matriz de papel transparente preparada por usted para determinar los números ‘seis’ no marcados.

Anote:

- El tiempo (en segundos) que duró la persona para completar la prueba.
- La cantidad de los números “seis” no marcados.

## Vigilancia de dígitos      Formulario de aplicación

Código:

Fecha:

Hora:

8	9	3	6	1	8	1	5	0	6	8	3	9	5	1	1	3	8	8	9	4	3	4	6	9	2	4	7	6	8	2	7	8	1	0
2	6	3	4	0	5	9	6	0	9	3	4	8	3	7	1	1	9	5	8	0	4	2	7	1	3	5	1	4	4	6	3	7	9	9
9	1	0	6	3	4	8	4	6	3	3	6	8	5	9	6	5	9	6	2	9	3	5	7	6	0	9	7	1	6	7	8	5	9	3
6	4	5	6	0	8	1	0	6	2	7	6	6	5	6	1	3	3	8	5	5	0	9	4	9	1	9	3	4	0	3	2	1	9	2
8	4	1	5	8	9	3	1	9	6	0	3	9	8	7	6	2	7	3	9	5	9	8	7	6	8	6	3	2	5	8	8	0	9	0
3	4	6	4	9	4	2	9	8	3	9	6	0	1	8	2	4	3	0	5	3	9	0	6	5	9	6	7	9	3	4	6	8	7	8
6	8	0	4	5	8	2	8	8	4	3	2	5	8	0	4	3	4	8	1	4	0	3	5	5	9	0	7	4	3	4	2	8	3	5
3	9	0	2	0	4	6	9	6	6	4	6	3	4	9	7	8	7	9	4	9	5	2	2	3	5	6	3	7	1	2	5	3	5	9
3	9	4	6	8	9	5	7	5	3	5	8	6	7	5	2	9	0	2	0	8	1	0	9	5	7	9	1	8	6	8	7	6	6	2
4	6	8	1	5	9	6	1	7	8	0	5	8	5	2	7	9	4	9	0	5	8	1	8	9	3	2	8	3	8	7	9	7	8	4
8	8	2	3	3	7	6	3	0	4	6	4	4	1	2	7	9	9	5	2	5	2	5	2	1	5	7	3	4	1	8	6	0	2	2
3	6	1	2	3	7	1	0	0	9	6	5	9	0	6	9	7	4	4	6	1	0	7	7	7	9	8	5	2	3	0	6	9	4	4
9	1	7	5	7	8	6	6	6	2	7	7	9	1	4	6	6	7	7	9	5	8	3	4	9	0	2	3	2	0	7	6	7	1	6
8	1	8	7	1	5	9	0	1	1	6	5	9	4	7	9	0	9	4	4	3	2	5	0	4	8	0	0	1	8	8	2	9	7	8
3	1	4	9	0	8	5	3	6	3	2	4	9	5	0	1	0	4	6	9	6	3	7	8	5	1	9	1	8	0	0	3	7	6	4
5	0	4	7	2	3	0	9	8	7	7	6	7	2	2	1	8	7	8	6	0	0	4	4	7	1	1	5	2	2	8	6	0	9	9
0	7	0	9	5	2	1	3	8	7	5	2	3	1	2	2	7	2	3	0	3	4	7	9	2	3	4	7	0	7	9	1	1	4	4
7	9	0	8	6	8	4	8	6	5	0	8	6	5	8	3	9	7	7	1	2	6	5	9	1	0	3	3	7	7	2	5	3	1	8
5	7	3	6	0	5	2	4	3	2	5	1	9	0	5	3	1	6	7	8	8	2	4	7	7	9	1	1	7	2	4	1	5	2	7
3	0	7	2	6	2	4	6	1	7	6	5	3	1	9	3	3	2	5	9	1	3	6	4	0	8	2	4	0	4	4	9	1	2	6
9	7	7	8	3	5	7	3	0	6	1	1	3	1	0	3	1	8	8	7	0	7	9	6	6	4	2	7	5	4	7	9	1	7	5
3	3	1	7	2	9	8	9	6	7	7	3	0	2	5	9	0	6	7	0	9	8	3	8	0	5	3	3	0	2	4	2	7	5	4
2	8	5	3	4	2	1	6	2	3	7	3	4	3	6	9	0	4	8	6	3	0	0	9	7	1	1	2	6	1	9	0	2	0	5
1	8	0	9	3	0	6	0	4	5	4	1	9	2	0	0	8	7	4	1	6	8	8	6	2	7	1	9	1	7	1	0	6	8	8
0	3	1	2	1	4	2	0	6	7	5	4	7	0	9	1	6	6	5	5	6	0	1	0	3	2	5	5	2	6	7	5	3	5	6
7	1	9	8	3	8	2	2	0	8	5	1	9	2	0	5	0	6	0	2	4	7	4	2	8	9	6	5	3	5	8	4	1	7	6
6	1	0	3	1	9	4	9	6	1	8	0	6	6	9	8	4	3	3	0	5	0	3	4	7	0	8	5	4	0	7	1	8	1	0
3	8	2	1	1	5	8	8	9	3	7	0	4	0	8	1	8	5	8	8	5	4	9	2	2	4	2	2	9	3	5	6	6	2	4
5	0	8	6	3	3	0	8	4	9	6	5	8	5	2	7	3	3	1	6	5	8	2	5	0	5	6	4	9	4	7	4	3	0	2
9	4	0	8	8	8	6	9	6	3	2	0	9	1	0	2	0	3	9	0	4	6	5	1	5	5	5	3	3	8	6	2	4	5	9

Tiempo: \_\_\_\_\_ (Segundos)

Número "seis" no marcados: \_\_\_\_\_

---

#### 4.2.4 Fluidez verbal

<i>Fuente:</i>	Ostroski – Solís et al., 1998
<i>Dominio:</i>	Cognitivo
<i>Evalúa:</i>	Fluidez verbal
<i>Equipos/materiales:</i>	Grabadora y cronómetro
<i>Duración:</i>	Menos de 5 minutos

##### ***Introducción:***

La prueba de fluidez verbal es parte de la evaluación neuropsicológica. Se ha empleado también para identificar áreas deficientes luego de traumatismos craneoencefálicos. La Evaluación Neuropsicológica Breve en español (Neuro PSI) fue diseñada en México y se emplea en países latinoamericanos.

##### ***Descripción de la prueba:***

Esta prueba se hace en forma verbal y requiere preferiblemente de una grabadora. Consta de dos partes, las que se ejecutan cada una en 60 segundos. En la primera etapa la persona debe enunciar todos los nombres de animales que conozca y en la segunda debe mencionar todos las palabras que conozca que empiecen por “F”.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba.

Aplicación:

El examinador le proporciona a la persona las siguientes instrucciones: ***“a partir del momento que le indique que inicie mencione el nombre de todos los animales que conozca hasta que le ordene detenerse.”***

- Se detiene a los 60 segundos y se califica el número de respuestas correctas.
- No se toman en cuenta los nombres repetidos o los nombres derivados (por ejemplo perro, perrito)
- Si la persona se detiene antes de los 30 segundos, móvuela a continuar, diciendo por ejemplo ***“¿Qué otro animal conoce?”***

Una vez concluida la primera parte el examinador lo solicita a la persona lo siguiente: ***“ahora va a decir todas las palabras que recuerde empiecen con “F” pero que no sean nombres propios. Comience y termine cuando se lo ordene.”***

- Solo se califican las respuestas correctas y no se toman en cuenta los nombres repetidos, los nombres derivados o los nombres propios.
- Si la persona dice algún nombre propio se le recuerda, que no se aceptan nombres de personas.
- El examinador suspende la prueba a los 60 segundos.

##### ***Puntaje:***

Se califica el número de palabras reportadas en cada categoría semántica o fonológica.

##### ***Observación:***

Se debe tener en cuenta que las personas enuncien un promedio de 15 palabras en cada etapa de la prueba. Si es menos de ocho pueden existir problemas serios.

#### 4.2.5 Senderos-A

<i>Fuente:</i>	Reitan & Wolfson, 1985
<i>Dominio:</i>	Cognitivo
<i>Evalúa:</i>	Percepción visomotora
<i>Equipos/materiales:</i>	Formulario de trabajo, lápiz y cronómetro
<i>Duración:</i>	Menos de 5 minutos

##### ***Introducción:***

Senderos-A constituye la primera parte de la prueba senderos de la batería de Halstead-Reitan y evalúa la percepción visomotora. La persona debe saber contar y leer hasta 25. Se puede aplicar la prueba A sin aplicar la prueba B.

##### ***Descripción de la prueba:***

La persona debe unir, en orden sucesivo, los números desde el 1 hasta el 25, lo más rápido que pueda.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Diga: ***“En esta hoja puede ver algunos números. Estos números van del 1 al 8. Lo que usted tiene que hacer es unir los números con una línea. Empezando con el número 1, conéctelo con el 2 siguiendo al número 3, etc. , hasta alcanzar el último que es el número 8. ¿Entiende? trabaje lo más rápido que pueda. Ahora puede practicar en este lado.”***

Permítale unir los números y esté seguro que lo hace con una línea continua. No debe cruzar líneas, y debe tocar cada círculo con la línea que está haciendo sin levantar el lápiz. Corrija a la persona si no lo hace bien, marque los errores y muéstreselos.

##### ***Aplicación de la prueba:***

Diga: ***“Muy bien. ¿Está listo para empezar?”*** Dele vuelta a la hoja e indíquele donde debe empezar. Diga: ***“Empiece aquí y siga uniendo los números como antes, hasta que termine, trabajando lo más rápido que pueda.”*** Empiece a tomar el tiempo cuando el lápiz toca el papel. Si la persona falla, interrúmpalo hasta que conecte el número correctamente. Siga tomando el tiempo hasta que termine la prueba.

##### ***Puntaje:***

Corresponde al tiempo empleado en la prueba expresado en segundos anotando además el número de errores cometidos.

## Senderos –A - Formulario de aplicación y registro

Código:

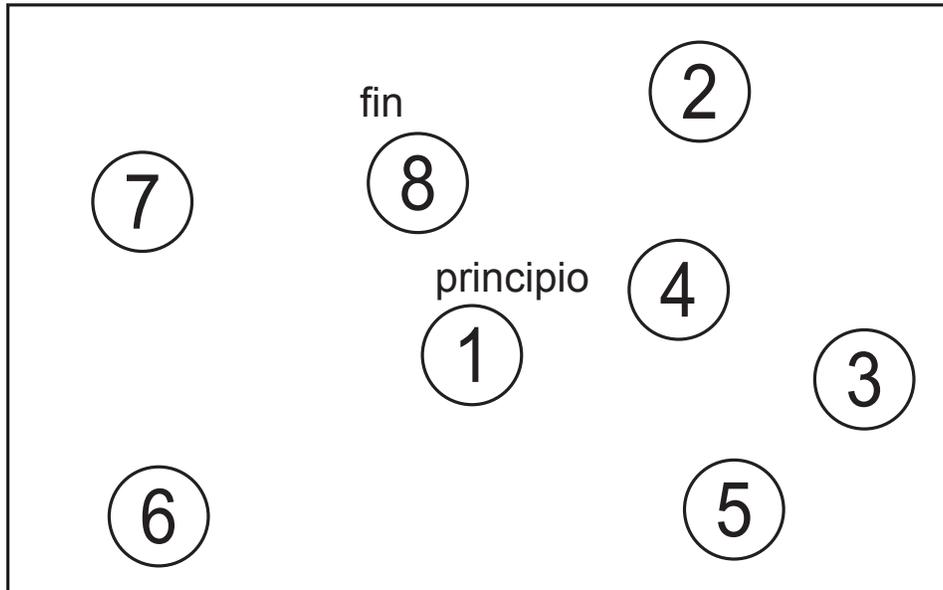
Fecha:

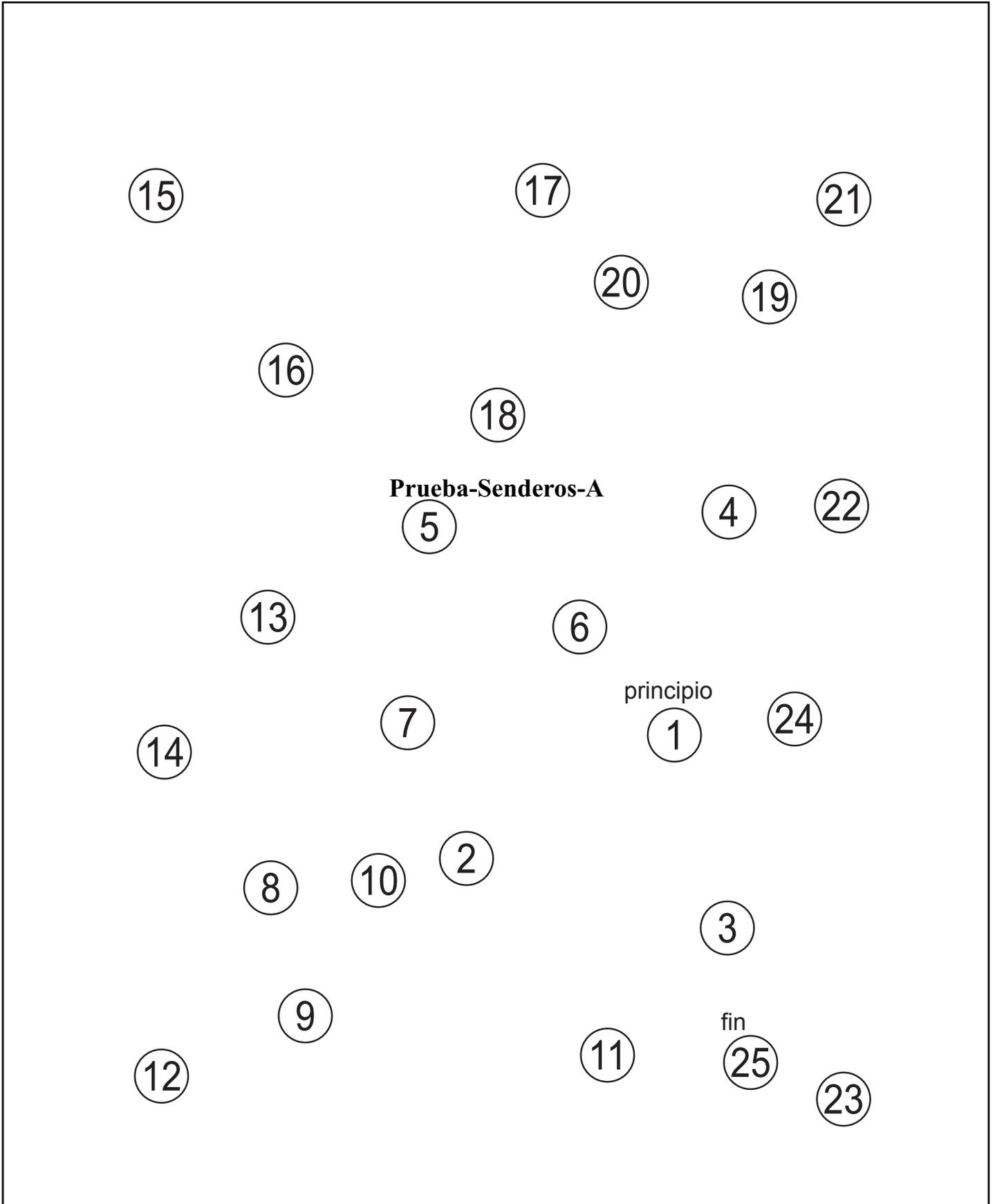
Hora:

Tiempo:

Errores:

### Ejercicio





---

#### 4.2.6 Senderos-B

<i>Fuente:</i>	Reitan & Wolfson, 1985
<i>Dominio:</i>	Cognitivo
<i>Evalúa:</i>	Flexibilidad cognitiva
<i>Equipo/materiales:</i>	Formulario de trabajo, lápiz y cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 5 minutos

##### ***Introducción:***

Senderos-B forma la segunda parte de la prueba 'senderos' de la batería de Halstead-Reitan y evalúa la flexibilidad cognitiva. La persona debe poder reconocer números y letras. Se podría aplicar la parte B sin aplicar la parte A, sin embargo no es lo acostumbrado.

##### ***Descripción de la prueba:***

La persona debe unir el número uno a la letra A; la letra A al número dos; el número dos a la letra B; la B al número tres y así sucesivamente. La persona debe hacer esto lo más rápido posible.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Coloque la prueba senderos-parte "B" frente a la persona y diga: ***“Esta es una prueba similar a senderos-A, pero en esta hoja encontrará tanto números como letras. Usted deberá trazar una línea del número uno hacia la letra A (señale), de la letra A hacia el número dos, del número dos hacia la letra B, de la letra B hacia el tres, del tres hacia la C, (señale) la letra y así sucesivamente, en orden, hasta que llegue al final (señale). trabaje lo más rápido que pueda. Recuerde: primero Usted tiene un número, luego tiene una letra, luego un número, posteriormente una letra y así sucesivamente. Dibuje las líneas lo más rápido que pueda. Vamos a practicar en esta hoja. ¿Listo? Inicie.”***

Permítale unir números y letras y esté seguro que lo que hace con una línea continua. No se deben cruzar las líneas, y se debe tocar cada círculo con la línea que está haciendo sin levantar el lápiz. Corrija la persona si no lo hace bien, marque los errores e indíqueselos.

##### ***Aplicación de la prueba:***

Cuando termine, diga: ***“Bien, aquí tiene otro formulario.”*** Coloque la prueba ***“Senderos - Parte B”*** frente a la persona. ***En esta página, nuevamente encontrará números y letras. Hágala de la misma manera. como lo hizo en la preparación. No se salte ningún círculo, sino que vaya siempre al que sigue. Dibuje las líneas lo más rápido que pueda. Listo?, Inicie.”***

Comience a cronometrar. No detenga el cronómetro si la persona comete algún error. Rápidamente, llámele la atención y continúe.

##### ***Puntaje:***

Corresponde al tiempo en segundos empleado en ejecutar la prueba. Anote además el número de errores cometidos.

### Senderos –B - Formulario de aplicación y registro

Código:

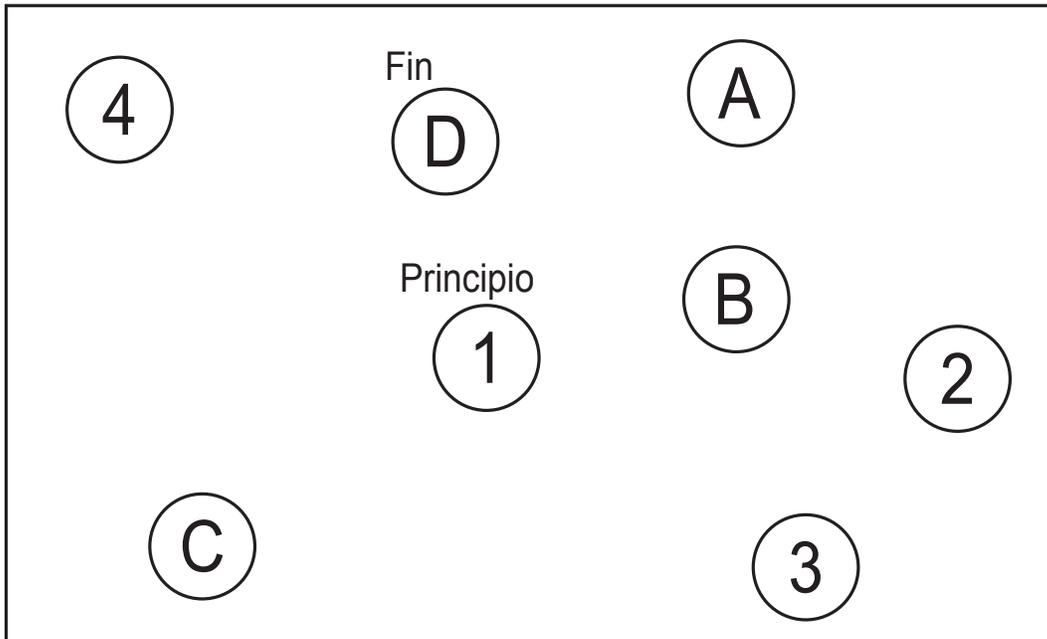
Fecha:

Hora:

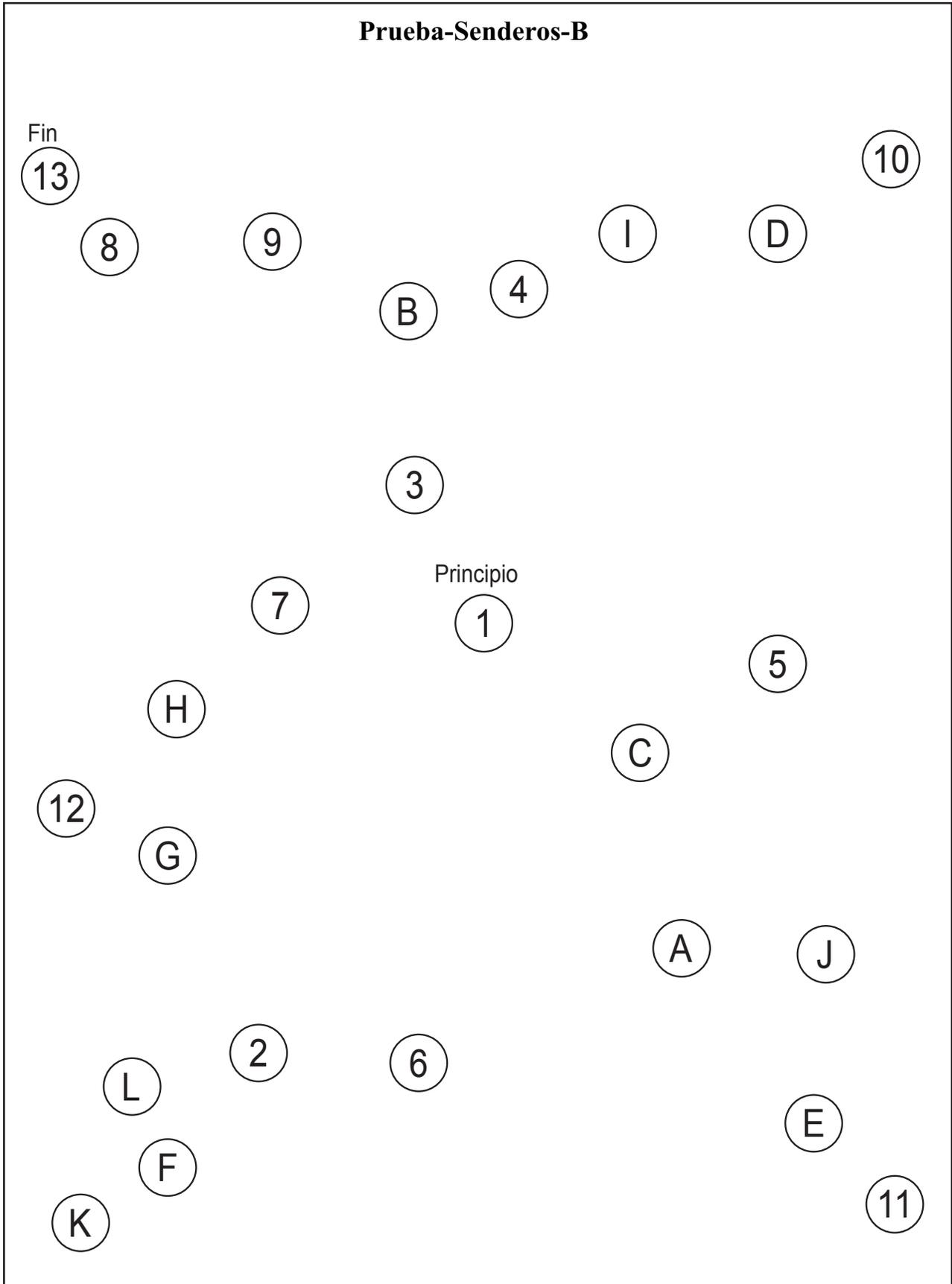
Tiempo:

Errores:

### Ejercicio



**Prueba-Senderos-B**



#### 4.2.7 Benton

<i>Fuente:</i>	Benton et al., 1983; World Health Organization, 1986.
<i>Dominio:</i>	Cognitivo
<i>Evalúa:</i>	Memoria inmediata visual
<i>Equipos/materiales:</i>	Rotafolio de 10 láminas con las figuras geométricas de Benton y un cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 10 minutos

##### ***Introducción***

La prueba de Benton es parte de la NCTB. Es una prueba que requiere concentración y memoria además de la experiencia de estar familiarizado con figuras geométricas. Por eso puede influenciarse por el nivel educativo de las personas. Es una prueba de memoria visual cercana e inmediata que mide la habilidad para organizar patrones geométricos en el espacio y memorizarlos.

##### ***Descripción de la prueba:***

Consiste en memorizar una figura y luego reconocerla entre cuatro figuras similares que se muestran a continuación. Este mismo procedimiento se repite con nueve figuras más, las cuales van aumentando progresivamente en nivel de complejidad.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. El examinador y examinado estarán sentados frente a frente. El examinador coloca el rotafolio aún cerrado frente a la persona y le dice: ***“Le mostraré una lámina. Que tiene una figura geométrica. Usted debe observarla cuidadosamente durante 10 segundos y memorizarla; luego le mostraré otra lámina que reproduce la figura que ya ha visto y además contiene tres figuras más bastantes similares a la que memorizó. Usted debe de señalar la figura que cree corresponde a la memorizada. Aunque considere que la figura se recuerda fácilmente mantenga fija la mirada en la figura sin distraerse durante los diez segundos.”***

Este mismo procedimiento se repite nueve veces más.

##### ***Aplicación de la prueba:***

- Abra el libro en la primera lámina y accione el cronómetro. Luego de diez segundos, dele vuelta a la página y presente la siguiente lámina, que contiene los patrones colocados para confundir.
- Si el sujeto no responde, pídale que lo haga: ***“por favor escoja uno aun cuando no este seguro”***.
- Registre de inmediato la respuesta del sujeto (A, B, C o D) en el formulario de registro.
- Muestrele la segunda lámina al sujeto y proceda de la misma manera.
- Antes de pasar a la tercera lámina, diga ***“recuerde observar los patrones durante todo el tiempo que se le indica.”***

Proceda con la tercera lámina y las sucesivas hasta finalizar la prueba.

##### ***Puntaje:***

El puntaje corresponde al número de figuras correctamente escogidas. Máximo puntaje posible: 10.

## Prueba de Benton - Formulario de registro<sup>1</sup>

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

1.    A    B    C    D

2.    A    B    C    D

3.    A    B    C    D

4.    A    B    C    D

5.    A    B    C    D

6.    A    B    C    D

7.    A    B    C    D

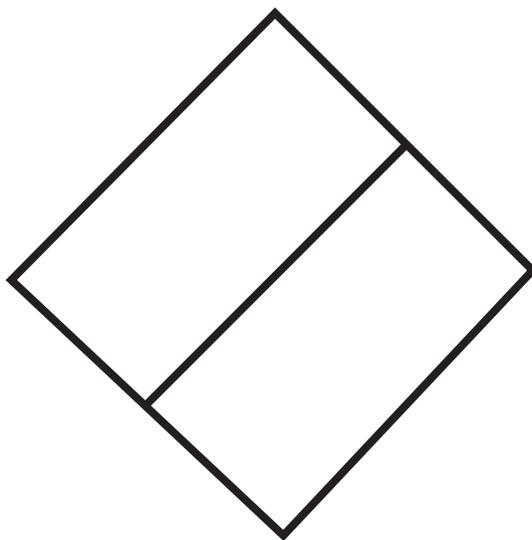
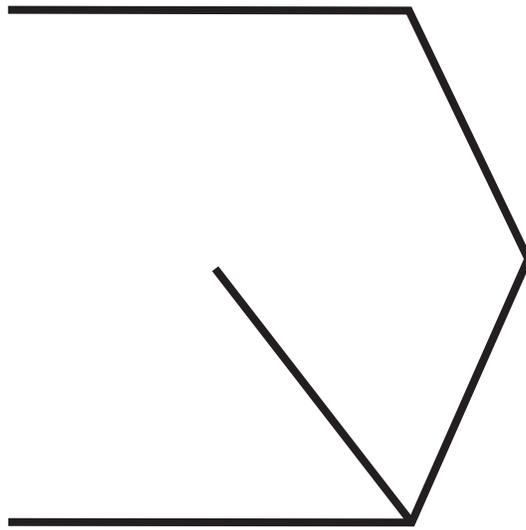
8.    A    B    C    D

9.    A    B    C    D

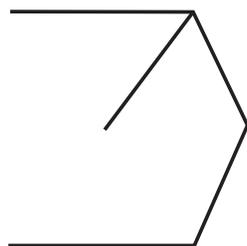
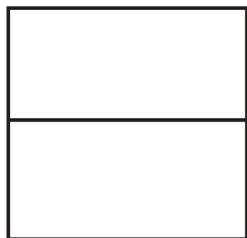
10.   A    B    C    D

Número de figuras correctamente escogidas:

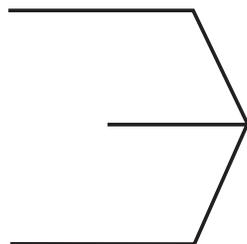
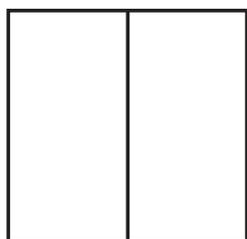
<sup>1</sup>Ponga un círculo alrededor del número escogido por la persona



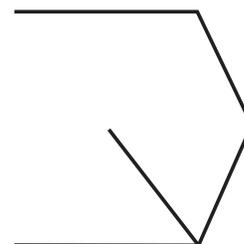
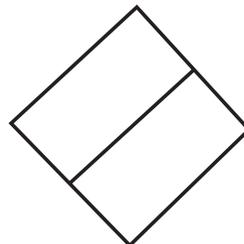
A



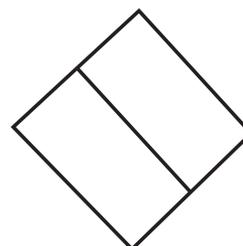
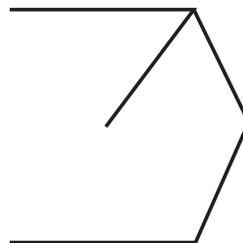
B



C



D



### 4.3 Pruebas de dominio cognitivo-motor

Si no se ha determinado previamente, se identifique la mano dominante de la persona. En vez de preguntar con cuál mano escribe, es mejor determinar cuál mano utiliza para cortar con tijeras o para martillar.

#### 4.3.1 Tiempo de reacción simple (Simple reaction time, SRT)

<i>Fuente:</i>	World Health Organization, 1986
<i>Dominio:</i>	Cognitivo-motor
<i>Evalúa:</i>	Velocidad motora-concentración
<i>Equipo/materiales:</i>	Equipo electrónico para medir tiempo de reacción simple. (Terry 84).
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 10 minutos

#### ***Introducción:***

La medición del tiempo de respuesta es una medida clásica en psicometría. El Tiempo de reacción simple (Simple reaction time, SRT) ha sido empleado para medir el tiempo de respuesta o reacción a estímulos. El SRT mide qué tan rápidamente reacciona una persona a estímulos visuales o auditivos. Requiere que la persona mantenga la atención. La prueba se realiza durante un tiempo definido.

#### ***Descripción de la prueba:***

Hay diferentes formas de medir el tiempo de reacción, pero aquí describimos el método de estímulos visuales comprendido en la NCTB (Terry 84). Los estímulos visuales son producidos por un equipo que tiene un botón que la persona examinada presiona al prenderse una luz. El aparato mide automáticamente el tiempo que la persona toma en responder a cada estímulo. La persona debe oprimir el botón que se encuentra en el equipo lo más rápidamente posible. Los estímulos visuales repetitivos se presentan con intervalos al azar de 1.0 a 10.0 segundos. La persona recibe 64 estímulos.

#### ***Preparación***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Ponga el dispositivo de SRT frente a la persona, que debe estar sentada. La persona debe automáticamente usar la mano dominante. Si no lo hace, indique a la persona que cambie de mano. El examinador presiona el botón de inicio del equipo.

Diga: ***“Mire esta caja. Una luz roja se encenderá por esta ventana a diferentes intervalos: coloque su dedo índice sobre este botón amarillo sin presionarlo y oprímalo, tan pronto como la luz aparezca. Hágalo tan rápido como pueda. La luz desaparecerá cuando usted presione el botón. Cuando la luz desaparezca, suelte el botón amarillo y espere; la luz volverá a aparecer luego de un corto intervalo. Inmediatamente presione el botón nuevamente.”***

Diga: ***“por favor ponga su dedo índice sobre el botón amarillo y practique por un***

---

*momento.”*

Permita que la persona practique por dos minutos. Observe la actuación para asegurarse que la persona procede de acuerdo a las instrucciones y que ha encontrado una postura confortable.

***Aplicación de la prueba:***

Diga: ***“Ahora usted está listo para iniciar la prueba. esta Durará seis minutos. Por favor manténgase concentrado durante la prueba y responda tan rápido como pueda.” “Está usted listo? Bien, la prueba comienza.”*** Después de 6 minutos, automáticamente la prueba concluirá. Luego diga: ***“Deténgase ahora, gracias.”***

Problema: La persona empieza otras actividades durante la realización de la prueba (mira alrededor, hace preguntas etc.)

Acción: Diga: ***“Por favor mantenga su concentración en la tarea.”*** Describa el comportamiento de la persona en el formulario de registro y anote lo que dijo durante la prueba.

***Puntaje:***

El equipo SRT suministra, en cada prueba, la siguiente información:

Número de respuestas	Desviación estándar de los tiempos de reacción
Número de señales omitidas	Tiempo de reacción más rápida
Media del tiempo de reacción (promedio)	Tiempo de reacción más lenta

### Prueba Tiempo de Reacción Simple - Formulario de registro

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Número de respuestas:

Número de señales omitidas:

Promedio del tiempo de reacción:

Desviación estándar de los tiempos de reacción:

Tiempo de reacción más rápida:

Tiempo de reacción más lenta:



---

### 4.3.2 Santa Ana (versión de Helsinki)

<i>Fuente:</i>	Hänninen & Lindström, 1989; World Health Organization, 1986
<i>Dominio:</i>	Cognitivo-motor
<i>Evalúa:</i>	Coordinación motora y destreza manual
<i>Equipos/materiales:</i>	Una tabla con 48 orificios cuadrados, en los cuales calzan igual número de clavijas con semicírculos de diferente color cuya parte superior es cilíndrica y su base cuadrada. Además se requiere un cronómetro.
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 10 minutos

#### ***Introducción:***

La prueba Santa Ana se origina en la batería de pruebas psicológicas de Fleischman. Su formulario actual contiene modificaciones hechas en Helsinki, en el Instituto de Salud Ocupacional de Finlandia. Requiere coordinación de movimientos rápidos de ojos y manos. La prueba se realiza durante un tiempo definido.

#### ***Descripción de la prueba:***

La tarea de la persona consiste en dar a cada clavija un giro de 180 grados, tan rápido como sea posible. La prueba se realiza mediante dos intentos de 30 segundos cada uno tanto con la mano dominante como la mano no dominante.

#### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Si la persona es diestra, comience la prueba con las instrucciones para la mano derecha. Si la persona es zurda, comience la prueba con la mano izquierda.

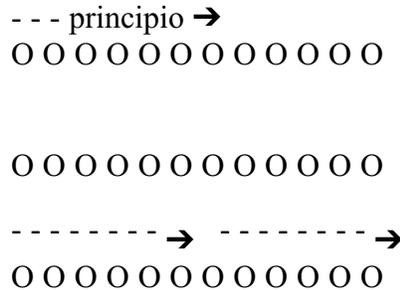
Ponga la tabla, con todas las clavijas colocadas, frente al sujeto. Compruebe de antemano que todas las clavijas estén en la misma posición. La persona está de pie mientras realiza la prueba de Santa Ana.

El examinador se coloca de pie, un poco detrás y al lado del sujeto. Levante una de las clavijas de su agujero. Diga: ***“Ahora mire a este tablero con clavijas. Las clavijas tienen una parte superior redonda, pero la base es cuadrada de forma que calzan en los agujeros del tablero. Su tarea consiste en tomar cada una de las clavijas, una después de otra, girarlas y colocarlas de nuevo, de esta manera”***. Haga una demostración de la tarea girando cuatro clavijas, comenzando por la línea superior al lado izquierdo (o en caso de que la persona sea zurda, por la derecha). Luego regrese las cuatro clavijas a su orientación original, despacio. Para no crear una actitud competitiva de parte del sujeto. Diga: ***“Ahora pruebe usted. Levante y gire estas clavijas con su mano derecha (izquierda, si la persona es zurda) como yo lo hice. Debe estar seguro que se encuentra en una posición cómoda para hacerlo con facilidad.”***

#### ***Aplicación de la prueba:***

Prueba 1. Con la mano derecha

Diga: “ *Ahora trate de girar estas clavijas lo más rápido posible, con su mano derecha, empezando desde aquí* (nota para el examinador: la esquina superior izquierda). *Cuando haya terminado la línea superior, pase A la línea siguiente en la dirección contraria, y así hasta que le pido que pare.*”



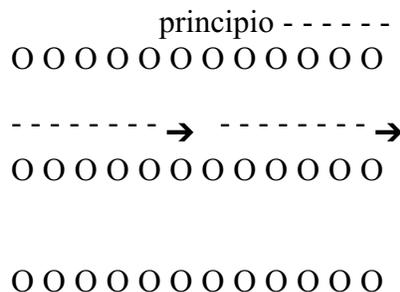
Para guiar a la persona, el examinador debe mover sus dedos sobre las clavijas describiendo el recorrido que la persona debe seguir, como se indica arriba.

Diga: “*Por favor empiece.*” A los 30 segundos, diga: “*pare ahora.*” Luego, coloque todas las clavijas en sus puestos nuevamente, moviéndolas despacio.

Prueba 2. Con la mano izquierda.

Diga: “*A continuación usted debe hacerlo con su mano izquierda, comenzando desde aquí* (nota para el examinador: esquina superior derecha), *y continuar de derecha a izquierda.*”

Demuestre el trayecto correcto, según se indica abajo.



Diga: “*Pero usted puede practicar un poco primero.*” Gire cuatro clavijas con su mano izquierda, y deje que la persona las gire con su mano izquierda. Diga: “*Bien, ahora le indico cuando puede comenzar, ¿listo?, empiece.*” A los 30 segundos, diga: “*pare ahora.*” Luego, coloque todas las clavijas en sus puestos nuevamente, moviéndolas despacio.

Prueba 3.

Diga: “*Ahora, nuevamente con su mano derecha. ¿listo? empiece*”

A los 30 segundos, diga: “*pare ahora.*” Devuelve las clavijas a sus sitios.

Prueba 4.

Diga: “*Nuevamente con su mano izquierda. ¿listo? empiece.*”

---

A los 30 segundos, diga: “*pare ahora.*”

Problema: Al principio de la prueba, la persona gira dos clavijas sucesivas en una posición incorrecta.

Acción: Interrumpir la prueba, girar las clavijas de vuelta a su posición inicial, repita las instrucciones y comience la prueba nuevamente.

Problema: La persona trata de corregir cualquier error.

Acción: Pida a la persona que no trate de corregir si dejó una clavija mal colocada y que continúe.

Problema: La persona se salta una clavija.

Acción: Solicite a la persona que deje las clavijas como están y que continúe.

Problema: La persona bota una clavija.

Acción: Continúe la prueba sin recogerla.

***Puntaje:***

Después de cada prueba, anote el número de clavijas correctamente giradas en el formulario de registro. No incluya las clavijas que no han sido colocadas de vuelta en los agujeros o que están giradas parcialmente.

Anote el subtotal para cada mano y luego el gran total.

**Prueba de Santa Ana - Formulario de registro:**

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_  
Izquierda \_\_\_\_\_

**Mano dominante**

Intento 1: \_\_\_\_\_ clavijas giradas correctamente  
correctamente

Intento 2: \_\_\_\_\_ clavijas giradas correctamente  
correctamente

Subtotal: \_\_\_\_\_

**Mano no dominante**

Intento 1: \_\_\_\_\_ clavijas giradas

Intento 2: \_\_\_\_\_ clavijas giradas

Subtotal: \_\_\_\_\_

Gran Total \_\_\_\_\_



---

### 4.3.3 Tablero de clavijas (Purdue pegboard)

<i>Fuente:</i>	Purdue Research Foundation, 1948
<i>Dominio:</i>	Cognitivo-motor
<i>Evalúa:</i>	Destreza manual y coordinación
<i>Equipos/materiales:</i>	Tablero y clavijas de Purdue pegboard; cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 5 minutos

#### ***Introducción:***

La prueba Purdue pegboard se origina en la batería de pruebas psicológicas de la Purdue Research Foundation. Requiere coordinación de movimientos rápidos de ojos y manos. La prueba se realiza en un tiempo definido.

#### ***Descripción de la prueba:***

La persona tiene que sacar clavijas de un recipiente y colocarlas en los agujeros que se encuentra de la tabla, lo más rápido que pueda, durante 30 segundos.

#### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Coloque la tabla frente a la persona. Corra la tapa lo suficiente para descubrir el recipiente del extremo derecho en caso que la persona sea diestra (o del recipiente del extremo izquierdo en caso que la persona sea zurda).

Diga: *“Esta es una prueba para conocer que tan rápido y preciso es usted para trabajar con sus manos. Demuestre mientras explica: “Recoja una clavija a la vez, con su mano derecha (o izquierda) del recipiente del lado de la mano derecha (o izquierda). Iniciando desde el extremo superior, coloque cada clavija en la fila correspondiente a la mano derecha (o izquierda).”*

Haga una demostración con unas cuantas clavijas. Remueva las clavijas. Diga: *“Ahora usted puede insertar algunas clavijas para practicar. Si durante la prueba, Usted bota o se le cae alguna clavija, no se detenga a recogerlo. Simplemente continúe tomando otra clavija del recipiente.”*

#### ***Aplicación de la prueba***

Diga: *“Deténgase. Ahora quite las clavijas de prueba de la tabla y colóquelos en el recipiente. Cuando yo diga: “Comience”, coloque la mayor cantidad de clavijas que pueda en la fila de la mano derecha (o de la izquierda) iniciando en el agujero superior. Trabaje lo más rápido que pueda, hasta que le diga: “Deténgase”. Se encuentra listo? Inicie.”*

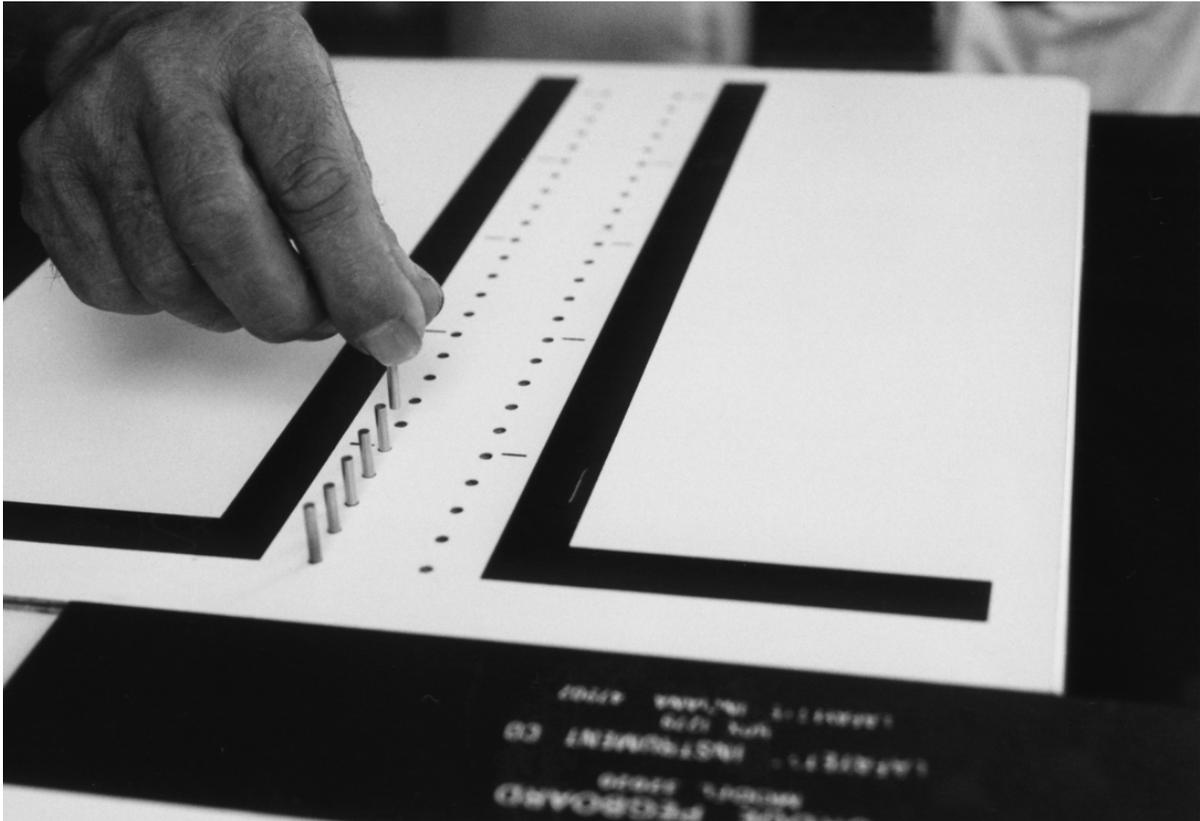
TIEMPO: 30 segundos. Diga: *“Deténgase”*.

Anote en la hoja de respuesta el número de clavijas que fueron bien colocados en 30 segundos así como el número de clavijas que se cayeron. Remueva las clavijas y colóquelas en el recipiente. Repita lo mismo pero ahora con la mano no dominante.

#### ***Puntaje:***

Para cada mano el número de clavijas colocadas y el número de clavijas caídas.

<b>Tablero de clavijas (Purdue pegboard)</b>		<b>Formulario de registro:</b>
<b>Código:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>
Mano dominante = Derecha _____ Izquierda _____		
<b>Mano dominante</b>	<b>Mano no dominante</b>	
Número de clavijas colocadas: _____	Número de clavijas colocadas: _____	
Número de clavijas caídas: _____	Número de clavijas caídas: _____	



---

#### 4.3.4 Tablero con clavijas y ranuras (Grooved pegboard)

<i>Fuente:</i>	Klove, 1963
<i>Dominio:</i>	Cognitivo-motor
<i>Evalúa:</i>	Destreza manual, movimientos motores finos, coordinación
<i>Equipos/materiales:</i>	Lafayette instruments, modelo 32025: tabla con ranuras, clavijas y cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 10 minutos

##### ***Introducción:***

La Prueba de la tabla de pinzas y ranuras se usa para conocer la destreza manual y los movimientos motores finos de las manos.

##### ***Descripción de la prueba:***

La persona debe colocar 25 clavijas en los agujeros, lo más rápidamente posible. Las clavijas están diseñadas de formas particulares, y deben ser giradas para calzarlas en los agujeros. La prueba se hace primero con la mano dominante y posteriormente, con la mano no dominante. Se anota el tiempo requerido por el participante para completar esta prueba.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Coloque la tabla frente a la persona e identifique su mano dominante.

Diga: ***“Esta es una prueba para conocer que tan rápido y preciso es Ud. para trabajar con sus manos. Demuestre mientras explica: “Recoja una clavija a la vez con su mano derecha (o izquierda) Y coloque cada clavija en el agujero correspondiente. Las clavijas están diseñadas de formas particulares, y deben ser giradas para calzarlas en los agujeros.” Haga una demostración con unas cuantas clavijas. Remueva las clavijas. Diga: “Si durante la prueba, Usted bota alguna clavija o se le cae, recójala Y colóquela en el agujero correspondiente”. Diga: “Ahora usted puede insertar algunas clavijas para practicar.” Después que la persona ha insertado 5 clavijas, diga: “Deténgase por favor.” “Ahora quite las clavijas de prueba de la tabla y devuélvalas al recipiente.”***

##### ***Aplicación de la prueba:***

Prueba 1. Mano dominante

Diga: ***“Cuando yo diga: Comience, coloque con su mano derecha (o izquierda) las clavijas en los agujeros lo más rapido que pueda. ¿Se encuentra listo? Inicie.”*** Tome el tiempo que dura la persona para poner las 25 clavijas en los 25 agujeros. Remueva las clavijas.

Prueba 2. Mano no dominante

Diga: “*A continuación usted debe hacerlo con su mano izquierda* (o derecha). *¿Se encuentra listo? Inicie.*” Tome el tiempo que dura la persona para poner las 25 clavijas en los 25 agujeros. Remueva las clavijas.

Prueba 3. Mano dominante

Diga: “*A continuación usted debe hacerlo nuevamente con su mano derecha* (o izquierda). *¿Se encuentra listo? Inicie.*” Tome el tiempo que dura la persona para poner las 25 clavijas en los 25 agujeros. Remueva las clavijas.

Prueba 4. Mano no dominante

Diga: “*A continuación usted debe hacerlo nuevamente con su mano izquierda* (o derecha). *¿Se encuentra listo? Inicie.*” Tome el tiempo que dura la persona para poner las 25 clavijas en los 25 agujeros.

***Puntaje:***

Para cada mano, se saca el promedio del tiempo en segundos que la persona duró para realizar la prueba.

Si la persona no logra completar la prueba en 5 minutos, esta prueba se suprime para el análisis.

---

**Tablero con clavijas y ranuras - Formulario de registro**

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_  
Izquierda \_\_\_\_\_

**Mano dominante**

**Mano no dominante**

Intento 1: \_\_\_\_\_ segundos

Intento 1: \_\_\_\_\_ segundos

Intento 2: \_\_\_\_\_ segundos

Intento 2: \_\_\_\_\_ segundos

Promedio: \_\_\_\_\_ segundos

Promedio: \_\_\_\_\_ segundos

#### 4.3.5 Puntería II (Pursuit aiming)

<i>Fuente:</i>	Anger & Cassitto, 1993; World Health Organization, 1986
<i>Dominio:</i>	Cognitivo-motor
<i>Evalúa:</i>	Rapidez y precisión
<i>Equipos/materiales:</i>	Formulario de trabajo, lápiz, cronómetro y lupa
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 5 minutos

##### ***Introducción:***

La prueba mide la habilidad para hacer movimientos rápidos y certeros con la mano, fue desarrollada por Fleischman y forma parte de la NCTB. La prueba se realiza con tiempo definido.

##### ***Descripción de la prueba:***

Esta consiste en una hoja que está llena de pequeños círculos impresos ordenados en filas. La tarea que debe realizar la persona es colocar un punto dentro de cada círculo evitando que el mismo toque la circunferencia y siguiendo el patrón dado en la hoja de la prueba. La tarea se realiza dos veces durante sesenta segundos cada vez.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se le realiza la prueba. La persona debe estar sentada. Entréguele a la persona la hoja de prueba y el lápiz. Diga: ***“Mire a esta hoja con pequeños círculos. Su tarea consiste en poner un punto dentro de cada círculo. Debe hacerlo en la dirección indicada por las flechas.”*** Muestre el modelo a la persona.

Diga: ***“Trabaje lo más rápido que pueda, pero no deje que el lápiz toque la circunferencia. No importa que los puntos sean gruesos pero se deben poder distinguir fácilmente. practique un poco colocando puntos aquí.”*** Observe para verificar que la persona realice la tarea de acuerdo a las instrucciones. Si la persona está trabajando muy lento, diga: ***“más rápido”***, sin interrumpir la práctica.

##### ***Aplicación de la prueba:***

1. Diga: ***“Ahora usted está listo para comenzar la tarea. Empiece por aquí, y continúe hasta que le pido que pare. Por favor, comience - ahora.”***

Interrumpa la prueba a los 60 segundos. Diga: ***“Pare ahora, gracias. Debe hacerlo una vez más, pero primero trate de relajar su mano.”***

2. Luego de 30 segundos, diga: ***“Está usted listo para comenzar nuevamente? Por favor tome su lápiz y comience la segunda prueba, aquí*** (nota para el examinador - señale la parte del formulario de prueba que deba ser usado por la persona). ***Comience - ahora.”***

A los 60 segundos Diga: ***“pare ahora, gracias.”***

---

Problema: Alguna interrupción inesperada ocurre durante la realización de la prueba.

Acción: Interrumpa la prueba y comience de nuevo.

**Puntaje:**

- Cuento la suma de los puntos correctos en ambas pruebas (use una lupa).
- Cuento la suma de puntos incorrectos en ambas pruebas (aquellos colocados por fuera del círculo o que toquen al círculo)

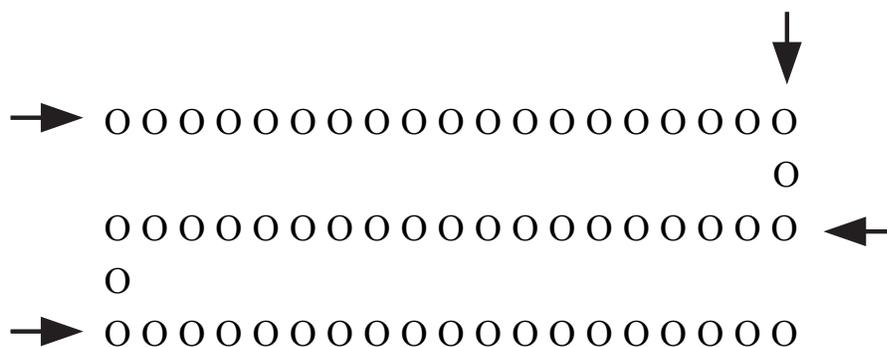
*Para rapidez:*

- La suma de los puntos correctos e incorrectos (de las dos pruebas)

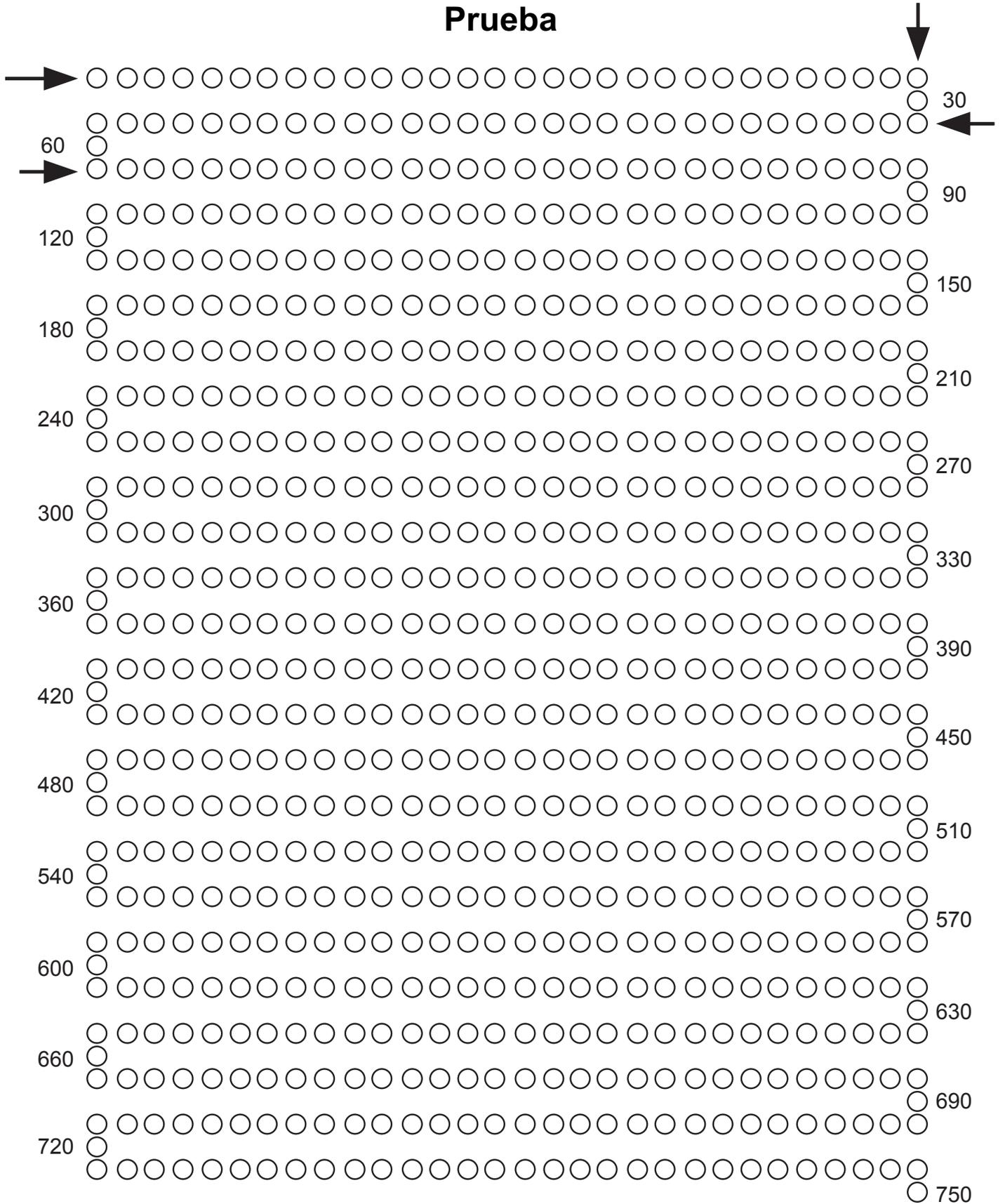
*Para precisión:*

- Divida el número de puntos correctos entre la suma de puntos correctos e incorrectos.

**Práctica**



# Prueba



---

**Puntería II (Pursuit aiming). Formulario de aplicación y registro**

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Nº Puntos correctos en ambas pruebas \_\_\_\_\_

Nº Puntos incorrectos en ambas pruebas \_\_\_\_\_

Total de puntos (correctos e incorrectos) \_\_\_\_\_

Total puntos correctos

\_\_\_\_\_

Total puntos correctos + incorrectos

## 4.4 Pruebas de dominio motor

Si no se ha determinado previamente, se identifique la mano dominante de la persona. En vez de preguntar con cuál mano escribe, es mejor determinar cuál mano utiliza para cortar con tijeras o para martillar.

### 4.4.1 Prueba de estabilidad en nueve agujeros (Nine hole steadiness test)

<i>Fuente:</i>	Lafayette instruments (model 32011)
<i>Dominio:</i>	Motor
<i>Evalúa:</i>	Estabilidad motora
<i>Equipos/materiales:</i>	Lafayette instruments: nine hole steadiness test; equipo electrónico para registrar contactos y cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 5 minutos

#### ***Introducción:***

La prueba de estabilidad de los nueve agujeros sirve para conocer la estabilidad y los temblores de las manos.

#### ***Descripción de la prueba:***

Se le entrega a la persona un estilete electrónico conectado a un equipo, el cual debe de sostener firme por un periodo de diez segundos en agujeros de diámetros progresivamente decrecientes que se encuentran en un panel metálico, evitando hacer contacto en los lados de los agujeros. El contacto del estilete con los lados de los agujeros, es automáticamente anotado en cantidad y tiempo por el equipo.

#### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Se colocan la lámina de huecos y los equipos de registro con sus pantallas frente al examinador. A continuación se identifica la mano dominante de la persona.

Luego diga: ***“por favor tome el puntero en su mano derecha (o izquierda, si es zurdo) e introdúzcalo en el hueco (nota para el examinador: el hueco # seis). trate de mantener el puntero en el centro, no debe descansar sobre ningún borde. Su mano no debe apoyarse sobre la mesa, usted la debe tener en el aire. Le aviso cuando puede iniciar”.***

#### ***Aplicación de la prueba:***

Observe si la persona tiene la posición correcta. Si es necesario, corrija la posición. Diga: ***“¿Está listo? ya”*** Después de diez segundos diga: ***“gracias.”*** Anote los resultados que suministra la máquina en frecuencia de contacto y duración del contacto total.

Diga: ***“Ahora repetimos la prueba pero con la otra mano. “Por favor tome el puntero en esta mano e introduzca el puntero en el hueco” (nota para el examinador: el hueco # seis). Diga: “¿Está listo? Ya”*** Después de diez segundos diga: ***“Gracias”.*** Anote los resultados que suministra la máquina en frecuencia de contacto y duración del contacto total.

Siga la misma secuencia en los huecos siete, ocho y nueve.

---

Problema: Durante la prueba la persona apoya su brazo sobre la mesa.  
Acción: *“por favor, no apoye su brazo sobre la mesa”*, y repita la prueba.

***Puntaje:***

Para cada mano se anotan para cada uno de los huecos (del seis al nueve) las veces que tocó los bordes y el tiempo de contacto en milisegundos.

**Estabilidad en nueve agujeros. Formulario de registro:**

**Código:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Hora:** \_\_\_\_\_

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_  
 Izquierda \_\_\_\_\_

**Mano dominante**

Hueco 6: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 6: \_\_\_\_\_ milisegundos

Hueco 7: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 7: \_\_\_\_\_ milisegundos  
 Hueco 8: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 8: \_\_\_\_\_ milisegundos  
 Hueco 9: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 9: \_\_\_\_\_ milisegundos

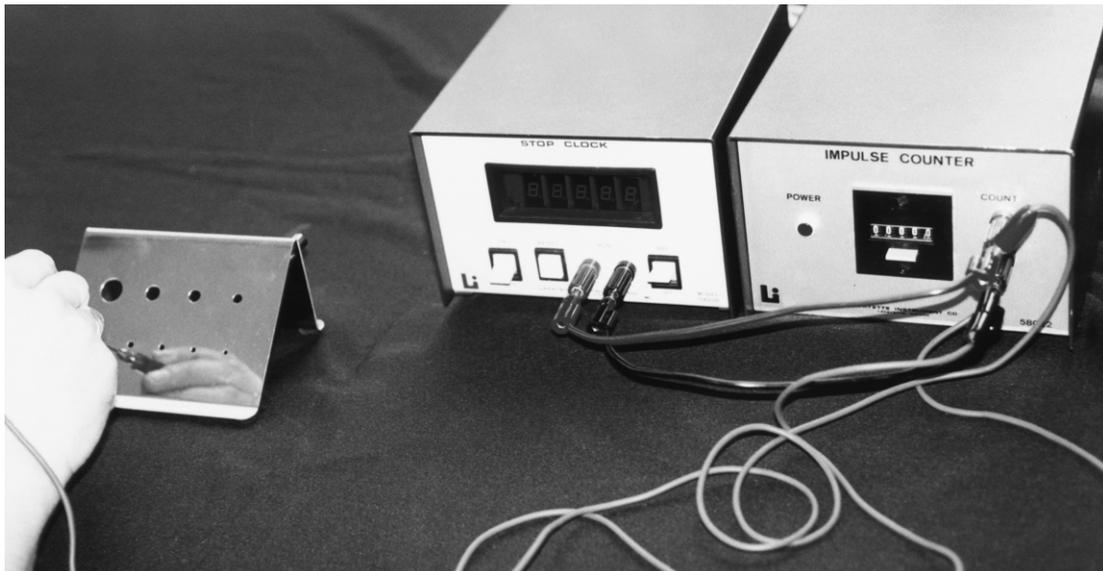
Total: \_\_\_\_\_ veces  
 Total: \_\_\_\_\_ milisegundos

**Mano no dominante**

Hueco 6: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 6: \_\_\_\_\_ milisegundos

Hueco 7: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 7: \_\_\_\_\_ milisegundos  
 Hueco 8: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 8: \_\_\_\_\_ milisegundos  
 Hueco 9: \_\_\_\_\_ veces  
 Hueco 9: \_\_\_\_\_ milisegundos

Total: \_\_\_\_\_ veces  
 Total: \_\_\_\_\_ milisegundos



---

#### 4.4.2 Tamborileo (Finger tapping)

<i>Fuente:</i>	Reitan & Wolfson, 1985
<i>Dominio:</i>	Motor
<i>Evalúa:</i>	Rapidez motora y coordinación
<i>Equipos/materiales:</i>	Un registrador especial y un cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 3 minutos

##### ***Introducción:***

La prueba de tamborileo evalúa la rapidez motora y coordinación. Tamborileo forma parte de la batería de pruebas de Halstead-Reitan.

##### ***Descripción de la prueba:***

La prueba involucra movimientos repetitivos rápidos del dedo índice de ambas manos durante un tiempo determinado.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realizó la prueba. Identifique la mano dominante. Con la persona sentada y el registrador frente a su mano dominante, diga: ***“Quiero ver cuántas veces puede oprimir este boton durante 10 segundos con su dedo índice. Ponga el registrador en una posición cómoda. su mano debe apoyarse en la mesa y su dedo índice en el boton. Primero puede practicar un poco.”*** Déjele practicar por 10 segundos, y borre el registrador. Esté seguro que la persona está usando solamente su dedo y no la muñeca.

##### ***Aplicación de la prueba.***

Diga: ***“Está listo? ¡Empiece!”*** Dele 10 segundos y registre el número en el contador. Permítale usar cada mano tres veces, pero cada vez cambie de mano, para que no se canse.

Problema: La persona hace un movimiento con toda la mano y no solamente el dedo índice.

Acción: Corrija a la persona y empiece de nuevo.

##### ***Puntaje:***

Calcule para cada mano el promedio de opresiones al botón en los tres intentos.

### Tamborileo. Formulario de registro

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_  
Izquierda \_\_\_\_\_

Mano dominante

Mano no dominante

1. \_\_\_\_\_ veces

1. \_\_\_\_\_ veces

2. \_\_\_\_\_ veces

2. \_\_\_\_\_ veces

3. \_\_\_\_\_ veces

3. \_\_\_\_\_ veces

Promedio: \_\_\_\_\_ veces

Promedio: \_\_\_\_\_ veces



---

#### 4.4.3 Dinamometría: Fuerza de pinza

<i>Fuente:</i>	Mathiowetz, 1985
<i>Dominio:</i>	Motor
<i>Evalúa:</i>	Fuerza motora de pinza en dedos
<i>Equipos/materiales:</i>	Dinamómetro de pinza
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 5 minutos

##### ***Introducción:***

La prueba de fuerza de pinza fue desarrollada por Mathiowetz y usada en experiencias de rehabilitación y en medicina deportiva. Más recientemente la prueba ha sido aplicada en estudios neurotóxicos.

##### ***Descripción de la prueba:***

La prueba evalúa la fuerza de pinza de los dedos pulgar, índice y mediano. La persona debe apretar con los dedos indicados el dinamómetro en diferentes posiciones, obteniéndose un registro directo.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Identifique la mano dominante. El dinamómetro debe estar en cero.

##### ***Aplicación de la prueba***

###### **1. Fuerza de pinza palmar**

La persona está sentada con el brazo dominante en flexión de 90 grados. Presente el dinamómetro a la persona en posición vertical de tal forma que su brazo no esté ni en pronación ni en supinación. Verifique que tenga sus dedos en la posición correcta.

Indíquele: ***“Quiero que ponga el pulgar por un lado y los primeros dos dedos al otro lado, así como lo estoy haciendo yo. Apriete lo mas duro que pueda cuando yo le diga. ¿Listo?”***  
***“Aprieta ya.. duro .. duro .. duro ...”***

Lea y anote el resultado (en libras) y repita. Realice a continuación la prueba con la mano no dominante, dos veces.

###### **2. Fuerza de pinza lateral**

Presente el dinamómetro a la persona en posición vertical de tal forma que su brazo flexionado en 90° grados no esté ni en pronación ni en supinación. Verifique que tenga sus dedos en la posición correcta. Diga: ***“Quiero que ponga el pulgar por un lado y el dedo índice al otro lado, así como lo estoy haciendo yo. Apriete lo mas duro que pueda cuando yo le diga. ¿Listo? Aprieta ya.. duro .. duro .. duro ...”*** Lea y anote el resultado en libras y repita. Realice luego la prueba con la mano no dominante, dos veces.

###### **3. Fuerza de pinza de llave**

Presente el dinamómetro a la persona en posición horizontal, con el brazo flexionado en 90 grados y en supinación. Verifique que tiene sus dedos en posición correcta. Diga: ***“Quiero que ponga el dedo pulgar por un lado y los primeros dos dedos al otro lado, así como lo estoy haciendo yo. Apriete ya, duro .. duro .. duro ...”*** Lea y anote el resultado en libras y repita. Realice luego la prueba con la mano no dominante, dos veces.

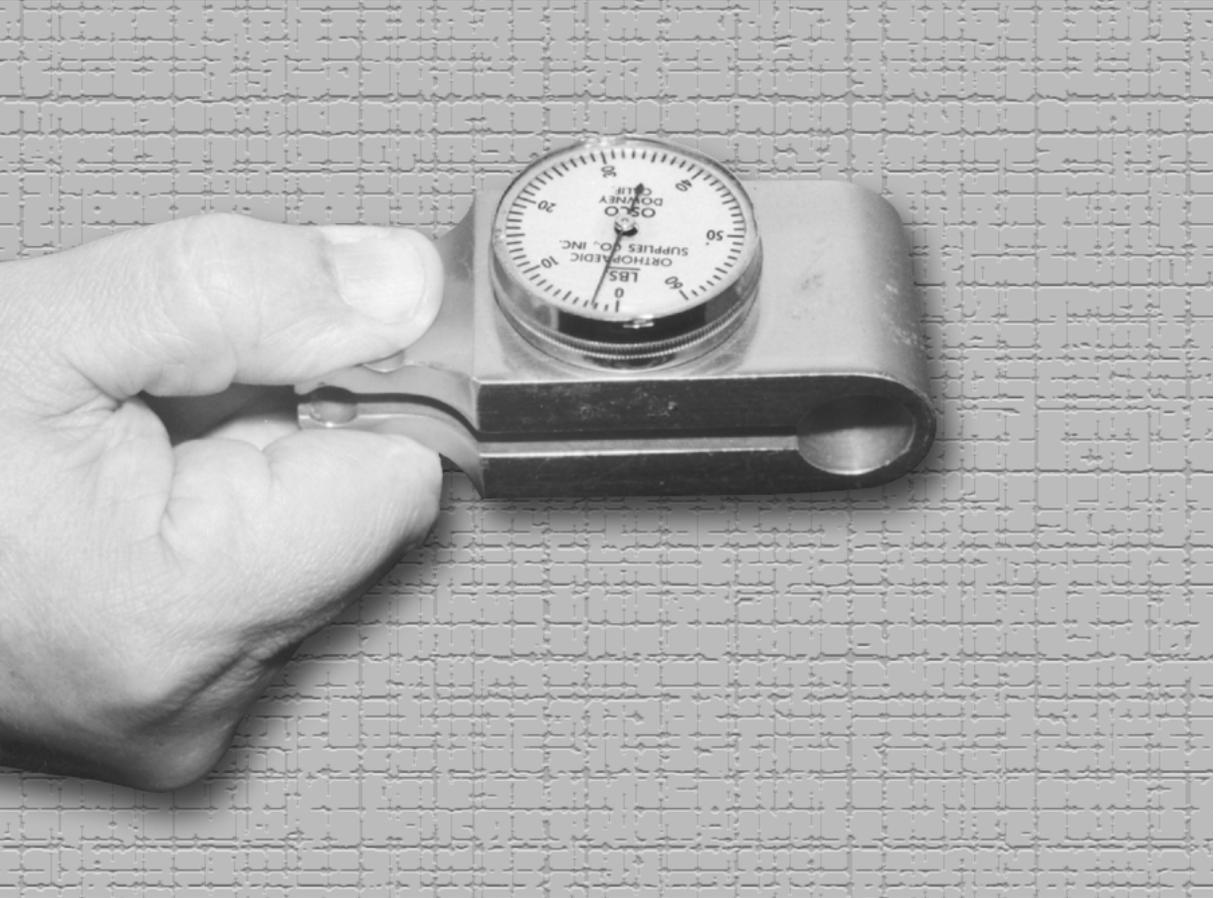
##### ***Puntaje:***

Calcule para cada una de las tres posiciones el promedio de los dos intentos.

**Dinamometría, fuerza de pinza. Formulario de registro.****Código:****Fecha:****Hora:**

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_  
 Izquierda \_\_\_\_\_

	<b>Dedos mano dominante</b>	<b>Dedos mano no dominante</b>
<b>Fuerza de pinza palmar</b>	1. _____ libras 2. _____ libras 3. Promedio _____	1. _____ libras 2. _____ libras 3. Promedio _____
<b>Fuerza de pinza lateral</b>	1. _____ libras 2. _____ libras 3. Promedio _____	1. _____ libras 2. _____ libras 3. Promedio _____
<b>Fuerza de pinza de llave</b>	1. _____ libras 2. _____ libras 3. Promedio _____	1. _____ libras 2. _____ libras 3. Promedio _____



#### 4.4.4 Dinamometría, fuerza de agarre

<i>Fuente:</i>	Mathiowetz, 1985
<i>Dominio:</i>	Motor
<i>Evalúa:</i>	Fuerza de agarre en manos
<i>Equipos/materiales:</i>	Dinamómetro de agarre
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 3 minutos

##### ***Introducción:***

La prueba de fuerza de pinza fue desarrollada por Mathiowetz y usada en las experiencias de rehabilitación y medicina deportiva. Más recientemente la prueba ha sido aplicada en estudios neurotóxicos.

##### ***Descripción de la prueba:***

La prueba evalúa la fuerza motora de agarre de las manos. La persona debe apretar el equipo en la posición que se indica para obtener un registro directo.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Identifique la mano dominante de la persona. El dinamómetro debe de estar en cero y adaptado al tamaño de la mano de la persona. La persona está sentada con su hombro en aducción y con rotación neutral. El brazo debe estar al lado del cuerpo, con el codo en flexión de 90 grados y el antebrazo paralelo al suelo ni en supinación, ni en pronación. La muñeca debe estar sin flexión o extensión, o sea que el dinamómetro está alineado con el antebrazo. No debería haber desviación radial o ulnar (ni hacia el pulgar ni hacia el meñique).

Diga: ***“Ahora vamos a probar su fuerza de apretar. Quiero que sostenga el aparato así y aprieta tan duro como pueda. Se le enseña. Diga: “Ahora quiero que lo haga usted.”***

##### ***Aplicación de la prueba:***

Diga: ***“Apriete los mas duro que pueda cuando yo le diga. ¿Listo? Apriete ya.. duro .. duro.. duro..”*** Lea y anote el resultado en kilogramos. Repita la prueba otra vez. Realice el mismo procedimiento con la mano no dominante dos veces.

##### ***Puntaje:***

Calcule para cada mano el promedio de los dos intentos.

**Dinamometría, fuerza de agarre. Formulario de registro**

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_  
Izquierda \_\_\_\_\_

	<b>Mano dominante</b>	<b>Mano no dominante</b>
Fuerza de agarre	1. _____ Kgrs.	1. _____ Kgrs.
	2. _____ Kgrs.	2. _____ Kgrs.
	3. Promedio _____ Kgrs	3. Promedio _____ Kgrs.



#### 4.4.5 Examen neurológico cuantitativo de Panisset

<i>Fuente:</i>	Panisset, 1996
<i>Dominio:</i>	Motor
<i>Evalúa:</i>	Funciones neurológicas motoras voluntarias
<i>Equipos/materiales:</i>	Cámara de vídeo, papel, lápiz y cronómetro
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 15 minutos

##### ***Introducción:***

El examen neurológico cuantitativo de Panisset se deriva de un examen neurológico clínico para pacientes con la enfermedad de Parkinson. Sin embargo, el examen de Panisset es cuantitativo y por ello puede detectar disfunciones leves del sistema nervioso. El examinador debe tener entrenamiento y experiencia en evaluaciones neurológicas.

##### ***Descripción de la prueba:***

El examen neurológico preferiblemente es filmado con vídeo. La cámara debe estar ubicada de tal manera que la persona puede ser observada mientras esté sentada en una silla. La identificación de la persona debe hacerse anotando en una hoja el código personal que luego debe ser mostrada ante la cámara. La persona examinada debe hacer los movimientos indicados por el examinador de forma tan rápida y precisa como pueda.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. Diga: ***“nosotros le vamos a realizar algunas pruebas de función motora y de coordinación, como parte de un examen neurológico en estas pruebas siempre empezamos con el lado derecho y luego seguimos con el lado izquierdo”***.

##### ***Aplicación de la prueba:***

###### ***A. Toque secuencial pulgar-dedo***

Haga una demostración del movimiento y diga:

- ***Comience con la mano derecha totalmente abierta.***
- ***Con su dedo pulgar toque sucesivamente cada uno de sus dedos.***
- ***Inicie con el dedo índice y una vez completada la secuencia, regrese al dedo índice.***
- ***Es importante que la mano retorne a su posición inicial, totalmente abierta, después de cada toque.***
- ***Haga los movimientos tantas veces como pueda y tan rápido como le sea posible.***
- ***Yo le indicaré cuando detenerse.***
- ***¿Listo? Empiece.***

Cuente diez movimientos e indique el tiempo

- ***Haga lo mismo con la mano izquierda. ¿Listo? Empiece.***

Cuente diez movimientos y anote el tiempo.

**B. Flip-flap (movimientos de pronación y supinación)**

Haga una demostración del movimiento y diga:

- ***Coloque sus manos extendidas sobre sus muslos.***
- ***Comience con la mano derecha.***
- ***Vuelva su mano de tal manera que la parte de atrás de su mano toque el muslo.***
- ***Es importante que mantenga su mano extendida.***
- ***El movimiento deberá hacerse en forma repetitiva y tan rápido como pueda.***
- ***Yo le indicaré cuando empezar y cuando parar.***
- ***¿Listo? Empiece.***

Cuente veinte movimientos y anote el tiempo.

- ***Haga lo mismo con la mano izquierda.***

Cuente veinte movimientos y anote el tiempo.

**C. Cruce de manos**

Haga una demostración del movimiento y diga:

- ***Inicie con las dos manos extendidas tocando sus muslos con las palmas.***
- ***Cruce sus manos tocando el muslo de la otra pierna y regrese a la posición original.***
- ***Elija la dirección que es más cómoda para usted y hágalo siempre de misma manera.***
- ***Tiene que hacer el movimiento tan rápido como pueda.***
- ***yo le indicaré cuando empezar y cuando parar.***
- ***¿Listo? Empiece.***

Cuente veinte movimientos y anote el tiempo.

**D. Movimientos alternos coordinados**

Haga una demostración del movimiento y diga:

- ***Ponga su mano derecha extendida sobre su muslo izquierdo, y deje su mano izquierda en el aire.***
- ***Ahora baje la mano izquierda (extendida) Sobre el muslo derecho mientras levante su mano derecha.*** (Este movimiento es parecido a nadar estilo libre)
- ***Ahore toque, en forma alterna, con cada mano el muslo opuesto.***
- ***Debe hacer el movimiento tan rápido como pueda.***
- ***Cuando le digo que pare, debe que reasumir su posición inicial y cuando le digo que comience, usted lo hace de nuevo.***
- ***Yo le voy a hacer una señale para que empiece.***
- ***¿Listo? Empiece.***

Después de unos movimientos diga:” *pare...*” y cuando la persona para, diga: “*inicie otra vez.*”

Cuente veinte movimientos e indique el tiempo y si fue capaz de reiniciar el ejercicio. Anótelo, si la persona de todo no logró hacer el movimiento después de repetidos intentos.

**E. Abrir y cerrar la mano**

Haga una demostración del movimiento y diga:

- ***Comience con la mano derecha***
- ***Abra la mano todo lo que pueda y luego ciérrela haciendo un puño***
- ***Es muy importante que la abra todo lo que pueda***
- ***Debe repetir el movimiento varias veces tan rápido como pueda***
- ***Comience con el puño cerrado***

- ***Yo le indicaré cuando empezar y cuando terminar***
- ***¿Listo? Empiece.***

Cuente veinte movimientos y anote el tiempo.

- ***Haga lo mismo con la mano izquierda***

Cuente veinte movimientos y anote el tiempo.

***F. Nariz- dedo índice***

- Con el dedo índice de su mano derecha tóquese la punta de la nariz y luego la punta de mi dedo.

- La velocidad no es importante, pero si la precisión. Es importante que siempre toque el mismo punto de mi dedo.

- Concéntrese y vea a mi mano.

- ***Listo? comience!***

Cuente veinte movimientos e indique la presencia de tremor postural y de ataxia.

- ***Haga lo mismo con la mano izquierda***

Cuente veinte movimientos e indique la presencia de tremor postural y de ataxia.

Diga: ***“Por favor acérquese a la mesa y use este espacio para las próximas pruebas”***.  
(asegúrese de que el espacio quede centrado por la cámara).

***G. Manos cerradas y abiertas***

Haga una demostración del movimiento y diga:

- ***Inicie con las dos manos sobre la mesa, una extendida y la otra con el puño cerrado.***
- ***Abra el puño y cierre la mano extendida.***
- ***Estos movimientos deben repetirse tan rápido como pueda.***
- ***Yo le indicaré cuando empezar y cuando parar.***

Cuente veinte movimientos y anote el tiempo.

***H. Golpeteo con el pie***

Demuestre el movimiento y diga:

- ***Colóquese confortablemente con los dos pies descalzos sobre el suelo.***
- ***Inicie con el pie derecho.***
- ***Mantenga el talón sobre el suelo y eleve la punta del pie tal alto como pueda y luego bájela lo más fuerte que pueda.***
- ***Hágalo varias veces lo más rápido que pueda.***
- ***Inicie con el talón en el suelo y la punta levantada lo más alto que pueda.***
- ***Yo le indicaré cuando empezar y cuando parar.***

Cuente diez movimientos e indique el tiempo y la amplitud de extensión.

- ***Haga lo mismo con el pie izquierdo.***

Cuente diez movimientos e indique el tiempo y la amplitud de extensión.

***Puntaje:***

Pruebas A-B-C-D-E-G-H: Anotar el tiempo (segundos)

Prueba D: Además del tiempo, anotar también si la persona pudo reiniciar el ejercicio. Anotar en caso de que la persona de todo no pudo hacer el ejercicio.

Prueba F: Anotar tremor postural o ataxia (Acción muscular irregular o sin coordinación)

## Examen neurológico cuantitativo de Panisset. Formulario de registro

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

Mano dominante = Derecha \_\_\_\_\_

Izquierda \_\_\_\_\_

Prueba A Derecha \_\_\_\_\_ Segundos Izquierda \_\_\_\_\_ Segundos

Prueba B Derecha \_\_\_\_\_ Segundos Izquierda \_\_\_\_\_ Segundos

Prueba C \_\_\_\_\_ Segundos

Prueba D Derecha \_\_\_\_\_ Segundos Izquierda \_\_\_\_\_ Segundos

Reinició la prueba \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

No pudo hacer la prueba \_\_\_\_\_

Prueba E Derecha \_\_\_\_\_ Segundos Izquierda \_\_\_\_\_ Segundos

Prueba F Tremor postural \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Ataxia \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Prueba H Derecho \_\_\_\_\_ Segundos Izquierdo \_\_\_\_\_ Segundos

## 4.5 Pruebas de dominio sensorial

### 4.5.1 Sensibilidad de contraste visual

<i>Fuente:</i>	Gainsburg, 1984
<i>Dominio:</i>	Sensorial
<i>Evalúa:</i>	Discriminación de contraste visual cercano
<i>Equipo/materiales:</i>	Vistech 6000 consultants, serie 6004021: tres tarjetas de Vistech, regla ranurada, lámpara de 1150 lux tipo 'day light', papel y lápiz. Tabla de valores de contraste de sensibilidad para las tres tarjetas y un gráfico para la evaluación del puntaje y parches oculares
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 10 minutos

#### ***Introducción:***

Los trastornos visuales pueden resultar de cambios en las estructuras oculares, así como de un daño en la compleja vía neuroóptica o en la región cortical. Las mediciones en la sensibilidad de contrastes puede ser de gran utilidad para entender los mecanismos visuales. El test de sensibilidad de contrastes puede proporcionar más información que las mediciones convencionales de la agudeza visual. Otra ventaja de este test es que la visibilidad de las frecuencias espaciales bajas no está limitado por las propiedades refractivas del ojo. La evaluación de la sensibilidad de contrastes ha comenzado a ser utilizada en las investigaciones de efectos precoces de la exposición a solventes orgánicos, mercurio y plaguicidas.

#### ***Descripción de la prueba:***

La prueba de sensibilidad de contraste visual evalúa la capacidad de discriminación de diferentes tonos del color gris en tres tarjetas. Corresponde a una prueba de visión cercana en la cual la persona tiene que discriminar rayas de diferentes tonos de color gris contenidas en tres tarjetas. Cada tarjeta contiene círculos en cinco líneas (A-B-C-D-E) y nueve columnas (1 - 9). De A hacia E aumenta el número de rayas en los círculos y de 1 a 9 disminuye la intensidad del contraste.

#### ***Preparación:***

La persona a examinar se sienta cerca de la mesa, colocándose la regla ranurada en el mentón y mirando la tarjeta. Se garantiza que la distancia ojo – tarjeta sea de 18 pulgadas (45 cm). Pregunte a la persona si usa anteojos o lentes de contacto (para ver de cerca) y anótelos en el formulario de registro. Además oriente la luz hacia la tarjeta con la cabeza de la lámpara perpendicular a la mesa. El examinador se sienta al lado izquierdo de la persona, a quien se le señalan los cuatro círculos para ensayo ubicados en la parte inferior de la tarjeta con las cuatro posibles alternativas (rayas rectas verticales, oblicuas derechas, oblicuas izquierdas y sin rayas). Se cubra el ojo izquierdo de la persona con un parche (no se debe usar la mano, porque la presión puede alterar el resultado).

---

### ***Aplicación de la prueba:***

Se empieza de izquierda a derecha en la línea A y la persona indica la orientación de las rayas en cada círculo con la mano dominante. El examinador puede ver si está correcto usando la tarjeta de respuestas: R (right / para la derecha), L (left / para la izquierda), U (up / para las horizontales o verticales), B (blank / en blanco).

Cuando la persona falla en la línea A, se suspende la prueba y se anota, en el formulario de registro, el número del último círculo identificado correctamente en la columna “a”, correspondiente a la tarjeta (A). Luego se continúa de la misma forma hasta la línea E. Al terminar la primera tarjeta se sigue con la segunda (B) y se anota los números en la columna “b”. Luego se sigue con la tercera tarjeta (C), pero solo para aquellas líneas donde las marcas obtenidas para las tarjetas (A) y (B) fueron distintas.

Una vez terminado la prueba con el ojo derecho, se retira el parche y se facilita un descanso de un minuto antes de iniciar con el otro ojo. Se repite el procedimiento con el ojo izquierdo, cubriendo el derecho.

### ***Puntaje:***

Cada tarjeta de VISTECH (A, B y C) tiene un valor para cada círculo en la tabla de valores. Para las líneas donde solo se aplicaron las tarjetas (A) y (B), o sea cuando las marcas para las primeras dos tarjetas fueron iguales, se toma este valor. Para las líneas donde también se aplicó la tarjeta (C), se toma el valor del medio. Cuando las marcas son muy distintas, se repite esta parte de la prueba. Anote en la columna de la derecha del formulario el puntaje correspondiente a esa columna de acuerdo a la tabla de valores.

Los resultados del ojo derecho se registran en el gráfico de evaluación del puntaje con una “X” y se unen las “X” para dar el perfil del ojo derecho. Igual se hace con el ojo izquierdo marcando con la “Y”.

**Sensibilidad de contraste visual. Formulario de registro**

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

**Agudeza visual**

**lejos**

**proximo**

**anteojos**

O.D.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SI

NO

O.I.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SI

NO

Sensibilidad a los contrastes

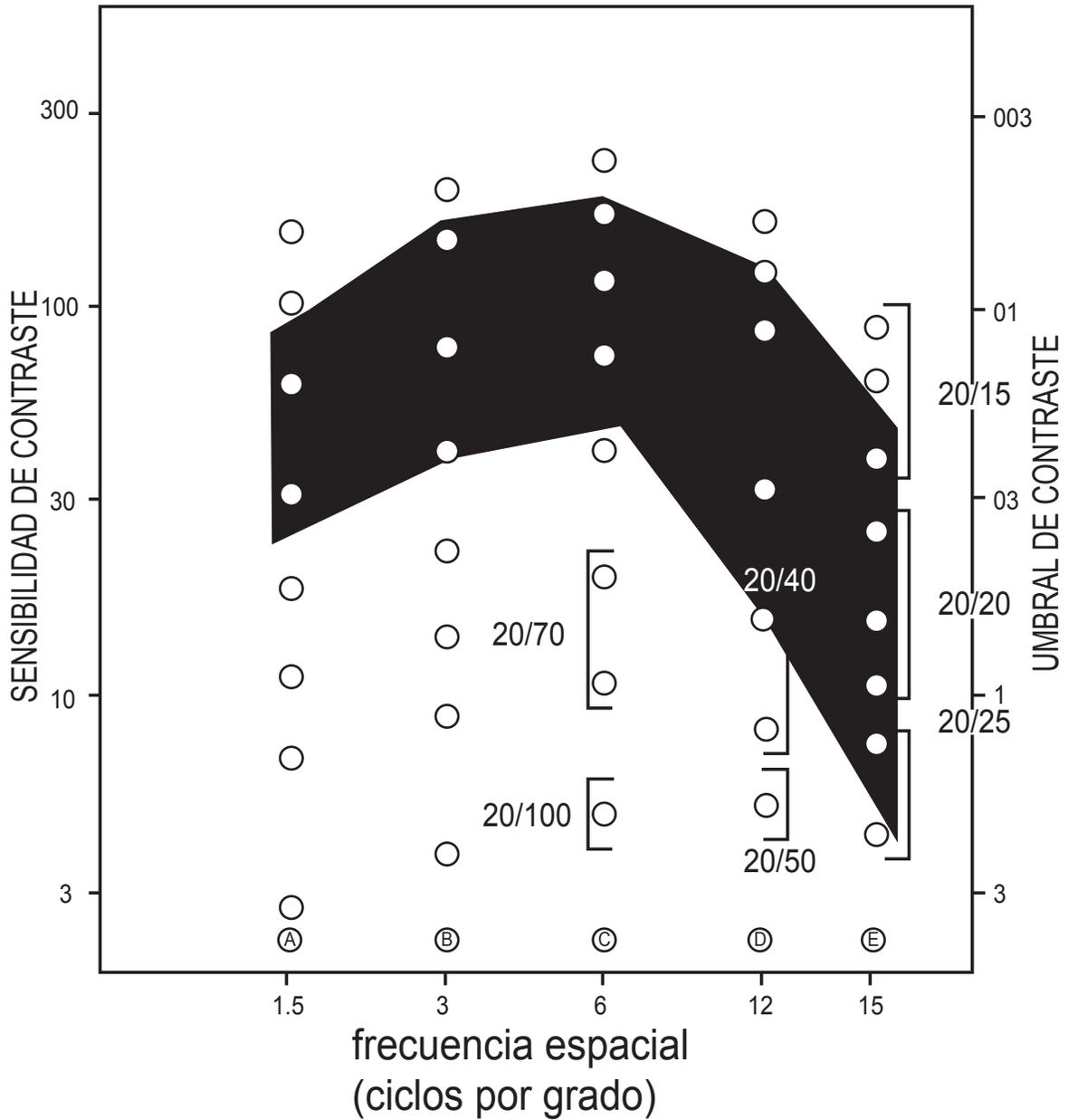
O.D.	1			2			3			4			5			6			7			8			9			Puntaje
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
A	<input type="checkbox"/>	_____																										
B	<input type="checkbox"/>	_____																										
C	<input type="checkbox"/>	_____																										
D	<input type="checkbox"/>	_____																										
E	<input type="checkbox"/>	_____																										
O.I.	1			2			3			4			5			6			7			8			9			Puntaje
A	<input type="checkbox"/>																											
B	<input type="checkbox"/>	_____																										
C	<input type="checkbox"/>	_____																										
D	<input type="checkbox"/>	_____																										
E	<input type="checkbox"/>	_____																										

# GRAFICA DE EVALUACION



VISTECH CONSULTANTS, INC.

*Constraint Sensitivity*  
EVALUATION FORM





**VISTECH**  
**Contrast Sensitivity Value Key**

**Chart Configuration A**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>A</b> <b>(1.5)</b>	U	U	R	R	L	L	L	R	B
	11	22	30	40	53	71	95	126	
<b>B</b> <b>(3)</b>	U	L	R	U	U	L	R	U	B
	17	31	41	55	73	98	130	174	
<b>C</b> <b>(6)</b>	U	R	L	L	R	R	U	L	B
	20	41	54	72	96	128	171	230	
<b>D</b> <b>(12)</b>	U	U	R	U	L	L	U	R	B
	13	25	39	52	70	93	125	168	
<b>E</b> <b>(18)</b>	U	L	U	L	R	U	R	U	B
	8	12	16	22	30	40	53	71	

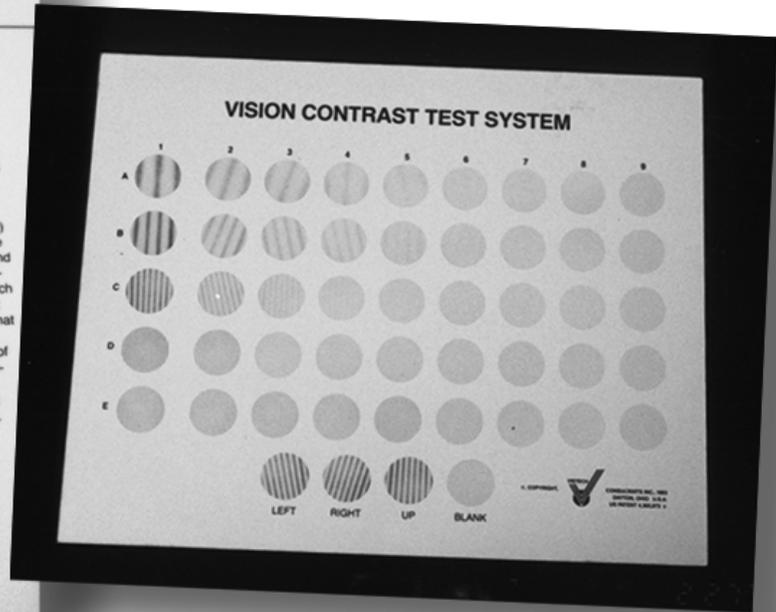
This key is used to evaluate the observer's visual contrast sensitivity on each test chart. The letters in each block correspond to the orientation of each patch on the chart: (R) right, (L) left, (U) up or (B) blank. The numbers correspond to the contrast sensitivity value for each patch. The highest numbered patch that can be correctly seen in each row of the chart is the observer's contrast sensitivity for that spatial frequency.

**Chart Configuration B**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>A</b> <b>(1.5)</b>	U	R	R	U	L	U	R	L	B
	11	22	30	40	53	71	95	126	
<b>B</b> <b>(3)</b>	U	R	L	L	U	R	L	R	B
	17	31	41	55	73	98	130	174	
<b>C</b> <b>(6)</b>	U	L	U	U	R	L	R	U	B
	20	41	54	72	96	128	171	230	
<b>D</b> <b>(12)</b>	U	L	L	R	U	U	L	U	B
	13	25	39	52	70	93	125	168	
<b>E</b> <b>(18)</b>	U	U	R	U	L	U	R	U	B
	8	12	16	22	30	40	53	71	

**Chart Configuration C**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>A</b> <b>(1.5)</b>	U	U	L	R	U	L	L	L	B
	11	22	30	40	53	71	95	126	
<b>B</b> <b>(3)</b>	U	L	R	U	R	L	U	U	B
	17	31	41	55	73	98	130	174	
<b>C</b> <b>(6)</b>	U	L	U	R	L	R	U	R	B
	20	41	54	72	96	128	171	230	
<b>D</b> <b>(12)</b>	U	U	U	R	R	L	U	L	B
	13	25	39	52	70	93	125	168	
<b>E</b> <b>(18)</b>	U	R	U	L	R	U	R	R	B
	8	12	16	22	30	40	53	71	



---

#### 4.5.2 Discriminación Cromática. Prueba de Lanthony de D-15

<i>Fuente:</i>	Bowman, 1982
<i>Dominio:</i>	Sensorial
<i>Evalúa:</i>	Discriminación de colores
<i>Equipos/materiales:</i>	Una caja con pastillas de diferentes colores pastel, lámpara de 1150 lux tipo 'day light'
<i>Duración</i>	Aproximadamente 10 minutos

##### ***Introducción:***

Dentro de las pruebas visuales empleadas para la detección de efectos neurotóxicos tempranos, se encuentran las de degradación y discriminación de colores. Las más utilizadas han sido el FARNWORTH - MUNNSELL 100 Hue, la Farnsworth D-15 y el Lanthony 15 Hue Desaturado. En este manual se presenta este último.

##### ***Descripción de la prueba:***

La prueba de discriminación de colores está constituida por 15 pastillas móviles de diferentes colores que la persona debe ordenar según disposición cromática, a partir de una pastilla de referencia fija. Las pastillas son numeradas en su parte posterior. Su disposición se registra en un diagrama que permite identificar la naturaleza de una eventual lesión, es decir permite clasificar la discromatopsía como congénita o adquirida.

La persona debe colocar por orden de semejanza cromática las 15 pastillas de color, que se ponen de manera desorganizada delante del sujeto bajo condiciones de iluminación especial. Se instruye a la persona de no tocar la parte coloreada de las fichas por que se pueden borrar los colores, y hay que estar atento a eso durante toda la prueba. Para realizar esta prueba no sólo se requiere una buena capacidad de discriminación cromática, sino también una buena agudeza visual.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realiza la prueba. La prueba de discriminación de colores debe ser realizada en un lugar oscuro con sólo la iluminación especial dada por una lámpara fluorescente de tipo 'luz del día' que suministra 1150 lux, colocada a unos 30 cm sobre la mesa de manera que se evite todo deslumbramiento. Si es del caso, la persona debe usar sus anteojos o lentes de contacto para lograr la mejor visión posible, hecho que debe anotarse en el formulario de registro. Primero la prueba se realiza con el ojo derecho y luego con el izquierdo tapando con un parche el ojo no empleado en cada ocasión. La persona se sienta frente a la caja ubicada debajo de la luz con las 15 pastillas de color pastel colocadas al azar sobre la mesa. Dentro de la caja rectangular la persona colocará las pastillas siguiendo un orden de similitud cromática, iniciando con la ficha de referencia previamente definida. Para la prueba puede tomar todo el tiempo que desee. Tendrá una oportunidad para revisar el trabajo y hacerle cambios si desea.

**Aplicación de la prueba:**

Diga: *quiere que encuentre la pastilla que tenga el color más parecido a esta* (señale a la pastilla de referencia) *y que la coloque al lado. Después, deseo que usted encuentre y coloque la pastilla que tenga el color más parecido a la que recién puso y que siga haciendo lo mismo con las otras. Por favor no toque el color que tiene la pastilla y levántela de esta manera.* Levante una pastilla, tomándola de los lados sin tocar el color. Inicie la actividad. Cuando termina, se le pregunta: *“Por favor, reviselo, ¿está todo correcto?”*

**Puntaje:**

Cierre la tapa de la caja, dele vuelta y ábrala de modo que usted pueda ver los números en la parte posterior de las fichas. Anote cualquier otra anomalía sobre todo referente a iluminación. En la hoja de registro, indique la secuencia de los colores que colocó la persona examinada según el número debajo de cada pastilla para cada ojo.

El análisis cualitativo se basa en el paralelismo de las líneas del diagrama a los ejes ya establecidos. Este análisis permite distinguir entre una visión de colores normal y una discromatopsia. Una visión de colores normal presenta un diagrama donde las pastillas están dispuestas según el orden esperado. Los errores menores (por ejemplo en lugar de 1234, colocar 1324) son también considerados como normales. En el caso de una discromatopsia congénita, uno puede observar que las líneas cubren todo el conjunto del diagrama, tal como se observa en la figura B.

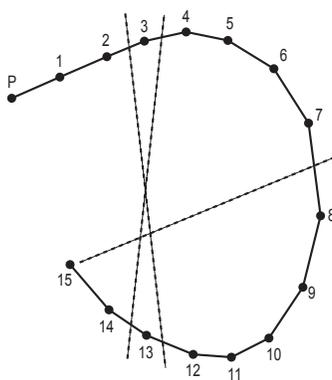


Figura A: visión normal

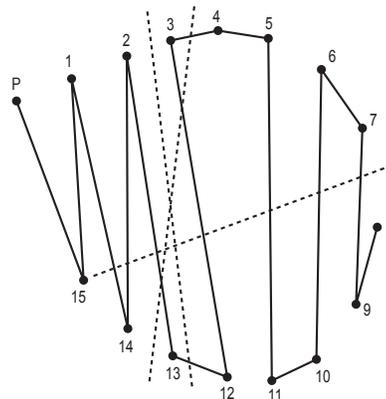


Figura B: Alteración congénita

En el caso de las discromatopsias adquiridas, las líneas se entrecruzan y son localizadas en una porción del diagrama, tal como se ilustran en el siguiente diagrama:

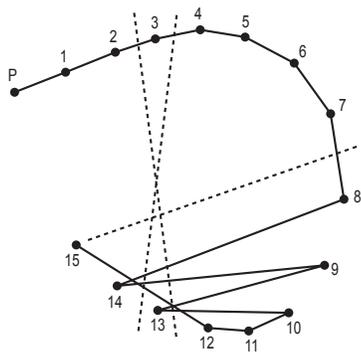


Figura C: Discromatopsía adquirida

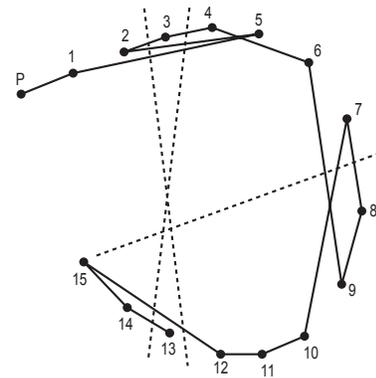


Figura D: Discromatopsía adquirida

Podríamos resumir entonces que el diagnóstico diferencial entre el tipo de discromatopsia se basa en la simetría (congénita) o asimetría (adquirida).

El análisis cuantitativo se realiza a partir de una fórmula desarrollada por Bowman (1982), quien construyó una matriz de diferencias cromáticas. El resultado cuantitativo proviene de la suma de las diferencias cromáticas según el orden en que las personas colocan las pastillas. El reporte de esta suma de diferencias de acuerdo con la matriz nos permite el cálculo de un índice de confusión cromática (ICC) que es la suma de las diferencias dividida por el score perfecto de un arreglo correcto. O sea, en el caso de un arreglo perfecto el  $ICC = 1$ . Los errores aumentan el ICC. Existen programas computarizados (son gratis) para calcular el ICC (Ken Hue de Think Pascal, por Symantec).

## Prueba de Lanthony de D-15. Formularios de registro

**Código:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

**Hora:** \_\_\_\_\_

**Agudeza Visual**

**Lejana**

**Próxima**

**Anteojos**

O.D

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SI NO

O.I.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SI NO

ANALISIS DICHOTOMO			
Tipo	Ejes de confusión		
PROTANE	ROJO - azul verde	<input type="checkbox"/>	Correcto <input type="checkbox"/>
DEUTANE	VERDE - rojo morado	<input type="checkbox"/>	
TRITANE	VIOLETA - amarillo verde	<input type="checkbox"/>	Error <input type="checkbox"/>

Ojo derecho:  orden dado por la persona

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    11    12    13    14    15

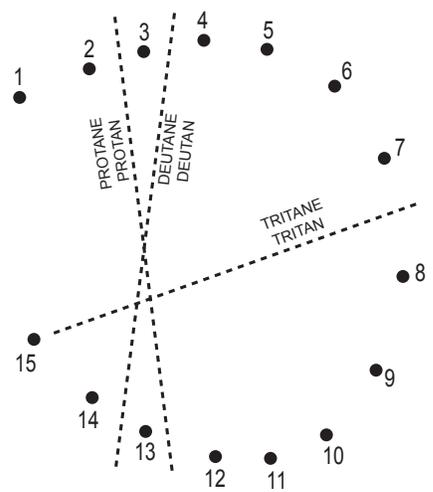
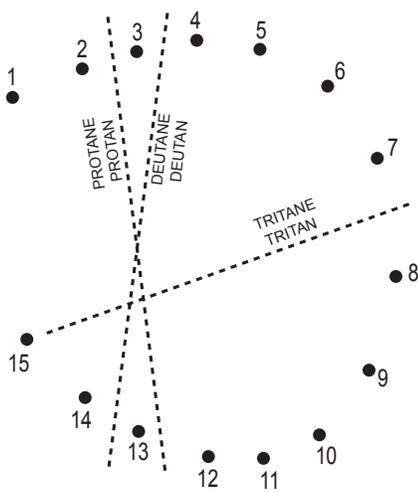
Ojo izquierdo:  orden dado por la persona

OJO DERECHO

OJO IZQUIERDO

PASTILLE  
DE REFERENCE  
PILOT COLOR CAP

PASTILLE  
DE REFERENCE  
PILOT COLOR CAP





### 4.5.3 Sensibilidad olfatoria

<i>Fuente:</i>	Amoore & Ollman, 1983
<i>Dominio:</i>	Sensorial
<i>Evalúa:</i>	Umbral de percepción olfatoria
<i>Equipos/materiales:</i>	Olfactolabs, Kit No11: frascos con diferentes concentraciones de PM-Carbinol
<i>Duración:</i>	Aproximadamente 10 minutos

#### ***Introducción:***

Las pruebas olfatorias parecen ser muy sensibles para medir efectos neurotóxicos precoces porque las células de olfato están directamente en contacto con los agentes químicos. En esta prueba se determina el umbral de olfato.

#### ***Preparación:***

Informe a las personas, antes de llegar al lugar de la prueba, que no usen perfumes, lociones para después de afeitarse, ni otras sustancias aromáticas. Los frascos están en parejas y en el fondo de uno de ellos se encuentra una “X” indicando que esta es la botella de referencia y en la otra se encuentra una “C” indicando que esta es la botella con PM-Carbinol. Coloque la caja de frascos de modo que la persona no pueda ver cuál es el frasco que usted está tomando. Nunca vea el fondo de los frascos antes de realizar cada prueba.

#### ***Descripción de la prueba:***

Esta prueba mide el umbral de percepción olfatoria mediante la elección del frasco que contiene cierta concentración de una sustancia (PM-Carbinol) al compararlo con un frasco inodoro de referencia. Antes de dar inicio a la prueba, pregunte a la persona lo siguiente e indique las respuestas en la hoja de registro: “***¿Ha fumado o bebido alcohol en los últimos 15 minutos?***” Si lo ha hecho, no continúe con la prueba y solicite a la persona de regresar en otro momento.

Luego haga las siguientes preguntas:

***“¿Tiene algún olor particular en su cara o manos (ajo, cebolla, perfumes, lociones para después de afeitarse, otras)?***

***¿Tiene su nariz tapada?***

***¿Sufre de bronquitis crónica?***

***¿Ha sufrido de fractura nasal en algún momento de su vida?***

***¿Tiene el septum nasal desviado?”***

Diga: ***“Le enseñaré dos frascos plásticos, uno a continuación del otro. Uno contiene un olor particular que el otro no tiene. Quiero que me diga, cual de los dos frascos contiene el olor particular. Aunque no este seguro, escoja el que usted cree que contiene el olor.”***

---

Practique con un frasco ‘‘X’’. El examinador sostiene el frasco a 2,5 cm debajo de la fosa nasal de la persona y lo presiona tres veces sucesivamente, asegurándose de que la persona inspire al presionar los frascos y que no retire su nariz del lugar donde el aire de la botella esté saliendo.

### ***Aplicación de la prueba***

Saque los frascos con zero decismels (0 ds) de la caja. No vea la parte inferior del frasco. Utilizando el procedimiento anterior, póngale a la persona en contacto con cada uno de los dos frascos. Diga: “¿***Cuál de los frascos contiene el olor?***” Espere hasta que la persona tome su decisión, vea el fondo de la botella y anote si la respuesta de la persona fue correcta o no en la hoja de respuestas. En el caso de que la persona no sea capaz de tomar una decisión, pídale que responda de acuerdo a su mejor percepción.

Si la persona señala al frasco con el olor ‘C’, entonces continúe, después de una pausa de 30 segundos, con la siguiente botella que contiene la concentración inmediatamente inferior (-5 ds). Continúe con el mismo procedimiento, utilizando cada vez el frasco con la concentración inmediatamente inferior a la que la persona identifica correctamente, con periodos de 30 segundos de intervalo. Proceda de esta manera bajando las concentraciones hasta que la persona falla. Cuando la persona falla, se le da a oler, siempre después de la pausa de 30 segundos, la concentración que había identificado correctamente. Si la persona acierta por segunda vez, se le da a oler la misma botella por tercera vez. Si la persona falla en el segundo intento, se le sube una concentración. El umbral de sensibilidad olfatoria es la concentración más baja que la persona logró identificar correctamente en tres intentos.

Si la persona señala la botella sin el olor (X), continúe después de una pausa de 30 segundos con la concentración inmediatamente superior (+5 ds), siempre utilizando el procedimiento antes señalado. Proceda de esta manera incrementando las concentraciones hasta que la persona identifique la botella correctamente. Cuando la persona acierta la primera vez, se le da a oler la misma concentración después de la pausa de 30 segundos. Si la persona acierta por segunda vez, se le da a oler la misma botella por tercera vez. Si la persona falla en el segundo intento, se le sube una concentración. El umbral de sensibilidad olfatoria es la concentración más baja que la persona logró identificar correctamente en tres intentos.

Nota: Después de 100 pruebas, se debe de cambiar a una caja nueva.

### ***Puntaje:***

Corresponde a la concentración más baja de la sustancia identificada correctamente en tres oportunidades.

Ejemplo:

<b>Intento</b>				<b>Intento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
50 ds				50 ds			
45 ds				45 ds			
40 ds				40 ds			
35 ds				35 ds			
30 ds				30 ds			
25 ds				25 ds			
20 ds				20 ds			
15 ds	✓	✓	✓	15 ds			
10 ds	✓	✓	X	10 ds			
5 ds	✓	✓	X	5 ds	✓	✓	✓
0 ds	X			0 ds	✓	✓	X
- 5 ds				- 5 ds	✓	X	X
-10 ds				-10 ds	X		
-15 ds				-15 ds			
-20 ds				-20 ds			

## Sensibilidad Olfatoria: Formulario de registro

**Código:**

**Fecha:**

**Hora:**

<b>Intento</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
50 ds			
45 ds			
40 ds			
35 ds			
30 ds			
25 ds			
20 ds			
15 ds			
10 ds			
5 ds			
0 ds			
- 5 ds			
-10 ds			
-15 ds			
-20 ds			

Concentración más baja de la sustancia en tres ocasiones \_\_\_\_\_

#### 4.5.4 Vibrometría

Fuente:	Gerr & Letz, 1988
Dominio:	Sensorial
Evalúa:	Sensibilidad vibrotáctil del dedo índice de la mano y el dedo gordo del pie dominantes
Equipos/materiales:	Vibratron II (Physitemp Instruments INC, Clifton NJ): vibrómetro electromecánico y 2 módulos de vibración
Duración:	Aproximadamente 10 minutos

##### ***Introducción:***

La vibrometría se basa en procedimientos para medir los umbrales cuantitativos de la sensibilidad vibrotáctil. Es una prueba útil para la identificación de neuropatías periféricas.

##### ***Descripción de la prueba:***

Para el uso de esta prueba se han diseñado varios procedimientos. En este manual se propone el de Gerr y Letz (1988). En esta prueba, un vibrómetro emite vibraciones en mayor o menor cantidad que son reguladas manualmente por el examinador. La persona debe indicar cuando deja de sentir las vibraciones al pasar de más a menos vibraciones y cuando empieza de sentirlas al pasar de menor intensidad a mayor intensidad.

##### ***Preparación:***

Anote el código personal, la fecha y la hora en que se realizó la prueba. Antes de iniciar la prueba evalúe la callosidad de los dedos examinados y márkelo en la hoja de registro. Identifique la mano dominante.

##### ***Aplicación de la prueba:***

Comience seleccionando con el regulador de intensidad un nivel de estimulación supra-umbral, el cual debe ser detectado en el 100% de los intentos. Generalmente se utiliza un valor de 3.0. Si con este valor la persona no detecta vibración, se duplica a (6.0).

Indíquelo a la persona la posición adecuada con relación al vibrómetro y dígame: ***“coloque su dedo índice sobre el botón. Usted va a sentir que vibra. Avíseme en que momento deja de sentir esa vibración.”***

Cuando la persona haya puesto su dedo sobre el botón, disminuya gradualmente y uniformemente la intensidad de la vibración. Cuando la persona deja de sentir el estímulo vibratorio, pídale que retire el dedo del botón por un momento y registre ese valor. A continuación, coloque la intensidad de vibración en un umbral por debajo del valor registrado en el paso anterior. Se sugiere que este nivel de ajuste puede ser el 50% del valor registrado. Pídale a la persona: ***Ponga otra vez su dedo sobre el botón y avíseme en que momento comienza a sentir la vibración.”***

La prueba completa consiste de 5 intentos (3 descendentes y 2 ascendentes), iniciando con un descendente y luego un ascendente y así sucesivamente.

Después del dedo índice de la mano se repite la prueba con el dedo gordo del pie dominante.

##### ***Puntaje:***

El umbral de la sensibilidad vibrotáctil cutánea se obtiene descartando siempre el primero de los cinco valores obtenidos. Luego se eliminan el valor menor y el mayor, y finalmente se promedian los dos valores restantes. Este cálculo se realiza para cada uno de los dedos examinados.

## Vibrometría. Formulario de Registro

**Código**

**Fecha**

**Hora**

Callosidad dedo índice:            No        existe \_\_\_\_\_            Moderada \_\_\_\_\_

Marcada \_\_\_\_\_

Callosidad dedo gordo pie:        No        existe \_\_\_\_\_            Moderada \_\_\_\_\_

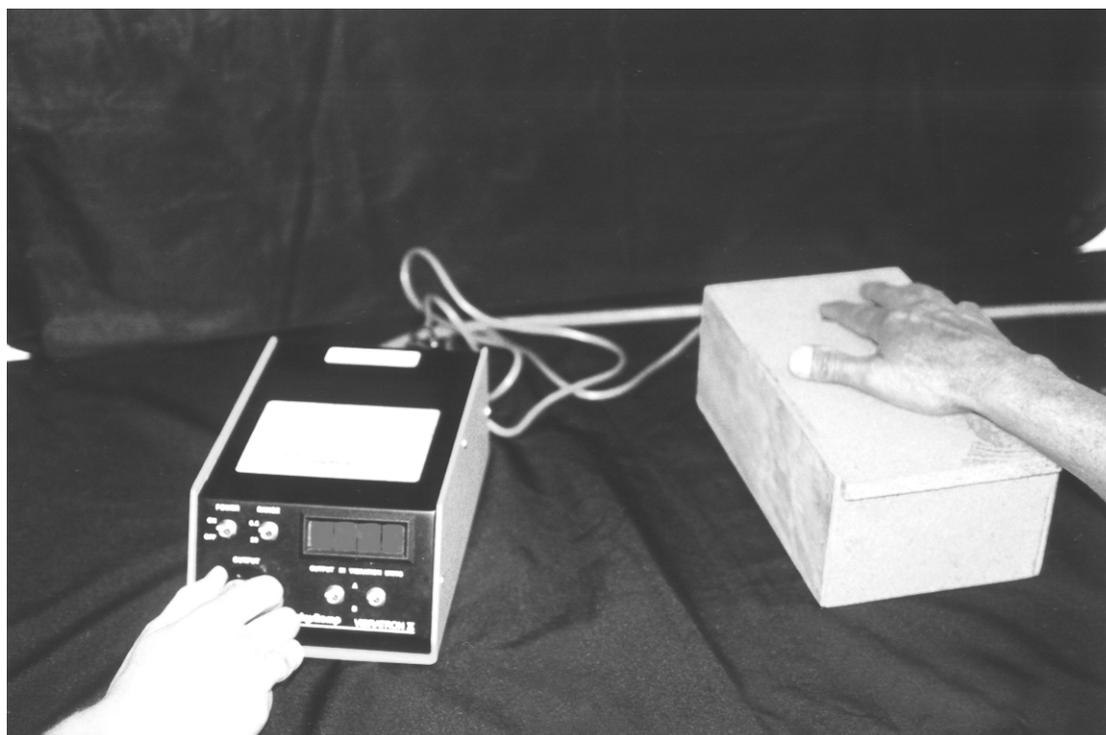
Marcada \_\_\_\_\_

**Resultados (Hz)**

Intento	1	2	3	4	5
Dedo Indice					
Dedo Gordo Pie					

Promedio dedo índice:            \_\_\_\_\_ Hz

Promedio dedo gordo pie:        \_\_\_\_\_ Hz



## 4.6 Pruebas de Dominio del Afecto

### 4.6.1 CUESTIONARIO –16 (Questionnaire-16, Q-16)

*Fuente:* Amador et al. 1995, con base en el Cuestionario-16 de Hogstedt et al. 1984  
*Evalúa:* Síntomas neuropsicológicos y neuropsiquiátricos  
*Equipos/materiales:* Papel y lápiz  
*Duración:* Aproximadamente 5 minutos

#### **Introducción:**

Este cuestionario se construyó basado en la experiencia desarrollada en Suecia por Hogstedt et al. (1984) con el propósito de tamizaje ('screening') de poblaciones expuestas a solventes orgánicos. También ha sido utilizado para comparar la cantidad y el tipo de síntomas neuropsicológicos entre grupos con diferentes niveles de exposición. Este instrumento ha sido probado en poblaciones expuestas a mercurio, plomo, solventes e insecticidas. Si una persona del grupo resulta con muchos síntomas, es aconsejable referirlo para exámenes más detallados.

La pregunta 16, ¿Le resulta difícil abrocharse los botones?, es una pregunta para identificar si las personas están respondiendo intencionalmente a todas las preguntas con un 'sí'. Por ello la prevalencia debe ser mucho más bajo en esta respuesta que en las otras. En última instancia se podría ajustar los resultados para una respuesta positiva a esta pregunta.

#### **Aplicación de la prueba**

Se recomienda que las poblaciones expuestas y no expuestas sean entrevistadas por la misma persona, para evitar incorporar sesgos por el uso de diferentes técnicas de entrevistas. Se recomienda presentar las preguntas en el mismo orden y de proporcionar las mismas instrucciones básicas. La persona debe contestar las preguntas con un 'sí' o 'no', sin pensarlo mucho. No se permite omisiones.

#### **Cuestionario-16. Formulario de aplicación y registro**

Diga: *“Ahora le voy a hacer una serie de preguntas. Por favor, responde solamente con un “Sí” o “No”*

<b>Código:</b>			<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>
	Si	No		
1.	[ ]	[ ]		¿Es olvidadizo(a)?
2.	[ ]	[ ]		¿Le han dicho sus familiares y/o sus amigos que es olvidadizo (a)?
3.	[ ]	[ ]		¿A menudo se le olvida realizar actividades que considera importantes?

- 
4.            ¿Le es difícil entender las noticias, programas o novelas que ve en la televisión o escucha en la radio?
5.            ¿Tiene a menudo dificultad para concentrarse?
6.            ¿Se siente a menudo enojado(a) sin motivo?
8.            ¿Se siente a menudo abatido(a) o triste sin motivo?
9.            ¿Le cuesta decidirse realizar actividades que usted sabe debe realizar?
9.            ¿Se siente anormalmente cansado?
10.          ¿Siente a veces como una presión en el pecho?
11.          ¿Ha sentido de pronto como que se va a caer al estar de pie o caminando?
12.          ¿Sienta usted a menudo punzadas dolorosas adormecimiento u hormiguelo en alguna parte del cuerpo?
13.          ¿Le resulta difícil abrocharse los botones?
14.          ¿Siente que ha perdido fuerza en sus brazos o en sus piernas?
15.          ¿Ahora siente menos que antes en sus manos o en sus pies?
16.          ¿A menudo se despierta, costándole luego conciliar el sueño?

Examinador:

La persona entendió            Si ( )                            No ( )

Tuvo cuidado al contestar    Si ( )                            No ( )

Observaciones: \_\_\_\_\_

***Puntaje:***

Para cada pregunta contestada con un 'sí' se da un punto, para cada pregunta contestado con un 'no' se da cero puntos. Se suma el total de las preguntas y también se compara las preguntas individuales para los diferentes grupos.

#### 4.6.2 Inventario breve de síntomas (Brief symptom inventory, BSI)

*Fuente:* Derogatis & Spencer, 1982  
*Evalúa:* Síntomas neuropsicológicos y neuropsiquiátricos  
*Equipos/materiales:* Papel y lápiz  
*Duración:* 15-20 minutos

##### **Introducción:**

El Inventario breve de síntomas (BSI) tiene 53 preguntas y fue desarrollado para reflejar patrones de síntomas psicológicos, tanto en pacientes psiquiátricos como en individuos que no son pacientes. El IBS en realidad es la versión breve de SCL-90-R. Cada pregunta del IBS se mide en una escala de cinco puntos que tienen un rango de 'ni una sola vez' hasta 'muchas veces'. El IBS original es un cuestionario en inglés. Aquí se presenta la traducción realizado por Wesseling et al. (1997) para fines de un estudio sobre efectos neurotóxicos en trabajadores de fincas bananeras.

##### **Tarea que debe realizar el sujeto:**

Originalmente la persona examinada misma lee las preguntas y da a cada item un puntaje. El IBS se puede también usar en una forma alternativa como hicieron Wesseling et al. (1997): el examinador lee las preguntas y la persona indica su respuesta en una regla de cinco cuadros (ver abajo) que contienen puntos en cantidad ascendente.

	*	* * *	* * * * * * * * * *	***** ***** ***** ***** ***** ***** *****
--	---	-------------	---------------------------------	---

Nunca	Pocas veces	Regularmente	Bastante	Muchas veces
0	1	2	3	4

---

## Inventario Breve de Síntomas. Formulario de aplicación y registro

**Código:**

**Fecha:**

**Hora de empezar:**

**Hora de terminar:**

*“Ahora voy a leer una lista de malestares y problemas que algunas personas tienen a veces. Escuche cada uno con cuidado e indíqueme si durante el último mes, incluyendo hoy, ha tenido ese problema: Nunca, pocas veces, regularmente, bastante o muchas veces. Observe esta regla que está dividida en cuadros con una cantidad creciente de puntos negros. el cuadro sin puntos con el número 0 significa “ni una sola vez”; el siguiente cuadro con el número 1 que tiene algunos puntos, significa “pocas veces”; el cuadro del centro con el número 2 significa “regularmente”; el cuadro con el número 3 significa ‘bastante’ y el último con el número 4 que más puntos tiene, significa ‘muchas veces.’”*

*“Practiquemos un momento: Si yo le digo: “en el último mes usted ha tenido calor, ¿cuál cuadro me indicaría usted? Si yo le digo: “en el último mes usted ha tenido frío,” cuál cuadro me indicaría usted? Ahora le voy a leer la lista de malestares. Utilice la regla para indicar su respuesta: ni una sola vez, pocas veces, regularmente, bastante o muchas veces.*

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA TENIDO:

- 1) Nerviosismo o temblores internos ( )
- 2) Sensación de desvanecimiento o mareos ( )
- 3) La idea de que otra persona controla sus pensamientos ( )
- 4) Sentimientos de que otros son los culpables de la mayoría de sus problemas ( )
- 5) Dificultad para acordarse de cosas ( )
- 6) Se ha sentido fácilmente enojado o molesto ( )

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA TENIDO:

- 7) Dolores en el corazón o el pecho ( )
- 8) Miedo a los espacios abiertos o afuera en la calle ( )
- 9) Pensamientos de poner fin a su vida ( )
- 10) Sentimientos de que no se puede confiar en la mayoría de las personas ( )
- 11) Falta de apetito ( )

EN EL ÚLTIMO MES USTED SE HA SENTIDO:

- 12) Asustado de repente sin ninguna razón en particular ( )
- 13) Ha tenido ataques de cólera o enojo que usted no puede controlar ( )

- 14) Sentimientos de soledad aún cuando está con gente ( )
- 15) Sentimientos de estar bloqueado para hacer cosas ( )
- 16) Sentimientos de soledad ( )
- 17) Sentimientos de tristeza ( )
- 18) Falta de interés en cualquier cosa ( )
- 19) Sentimientos de temor ( )
- 20) Se ha sentido fácilmente resentido ( )

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA SENTIDO:

- 21) Que la gente es poco amable o que no lo quiere ( )
- 22) Que usted se siente menos que otras personas ( )
- 23) Ganas de vomitar o malestar estomacal ( )
- 24) Que otros le están mirando o están hablando sobre usted ( )
- 25) Problemas de dormirse ( )
- 26) Ha tenido que revisar varias veces lo que está haciendo ( )
- 27) Dificultad para tomar decisiones ( )
- 28) Miedo para viajar en bus ( )
- 29) Falta de aire ( )
- 30) Calores o escalofríos de repente ( )

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA SENTIDO:

- 31) Que tiene que evitar algunas lugares, personas, o situaciones porque le dan miedo ( )
- 32) Que su mente se queda en blanco ( )
- 33) Hormigueos o que se le duermen partes del cuerpo ( )
- 34) Que usted merece ser castigado por sus pecados ( )
- 35) Sin esperanza para el futuro ( )
- 36) Dificultada para concentrarse ( )
- 37) Debilidad en partes de su cuerpo ( )
- 38) Tensión o ansiedad ( )

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA TENIDO:

- 39) Pensamientos sobre la muerte o morir ( )
- 40) Ganas de golpear, pegar o herir a alguien ( )
- 41) Ganas de romper o destruir cosas ( )
- 42) Mucha preocupación sobre como les cae usted a los demás ( )

- 43) Se ha sentido incómodo en lugares donde hay mucha gente,  
por ejemplo en el estadio, la plaza de toros o la iglesia ( )
- 44) Que nunca se siente en confianza con otra persona o cercana de alguien ( )
- 45) Momentos de terror o pánico ( )
- 46) Que se pelea frecuentemente con la gente ( )

EN EL ÚLTIMO MES USTED HA SENTIDO:

- 47) Nerviosismo cuando está solo ( )
- 48) Que otros no le reconocen suficientemente sus éxitos o logros ( )
- 49) Una inquietud tan grande que no puede quedarse sentado ( )
- 50) Ha tenido sentimientos de que usted no vale nada ( )
- 51) Que las demás personas se aprovecharán de usted si se lo permitiera ( )
- 52) Ha tenido sentimientos de culpa ( )
- 53) La idea de que algo anda mal en su mente ( )

Examinador:

La persona entendió Si ( ) No ( )

Tuvo cuidado al contestar Si ( ) No ( )

Observaciones: \_\_\_\_\_

**Puntaje:**

El IBS tiene nueve escalas de síntomas.

Escala	Preguntas
Somatización	2, 7, 23, 29, 30, 33, 37
Síntomas obsesivo-compulsivos	5, 15, 26, 27, 32, 36
Sensibilidad interpersonal	20, 21, 22, 42
Depresión	9, 16, 17, 18, 35, 50
Ansiedad	1, 12, 19, 38, 45, 49
Hostilidad	6, 13, 40, 41, 46
Ansiedad fóbica	8, 28, 31, 43, 47
Paranoia	4, 10, 24, 48, 51
Psicotismo	3, 14, 34, 44, 53
Síntomas adicionales	11, 25, 39, 52

Se suma el puntaje para cada escala y se le divide por el número de preguntas en esa categoría. También se suman todas las diferentes escalas para obtener un 'Gran total'. Para una descripción detallada de los puntajes se puede referir al 'The brief symptom inventory (BSI). Administration, scoring and procedures manual-1' (Derogatis & Spencer, 1982).

## 5. BIBLIOGRAFIA

Ahblom A y Norell. Fundamentos de epidemiología. 3a ed. Mexico (FD): Siglo Veintiuno Editores SA 1992.

Amador R, Lundberg I, Escalona E. Development of a questionnaire in Spanish on neurotoxic symptoms. *Am J Ind Med* 1995;28:505-20.

Amoore JE, Ollman BG. Practical test kits for quantitatively evaluating the sense of smell. *Rhinol* 1983;21:49-54.

Anger WK. Worksite Behavioral Research: Results, Sensitive Methods, Test Batteries and the Transition from Laboratory Data to Human Health. *Neurotoxicol* 1990;11:629-720.

Anger WK, Cassitto MG. Individual-administered human behavioral test batteries to identify neurotoxic chemicals. *Environ Res* 1993;6:93-106.

Anger WK, Cassitto MG, Liang Y, Amador R, Hooisma J, Chrislip DW, Mergler D, Keifer M, Hörtnagl J, Fournier L, Dudek B, Zsögön E. Comparison of performance from three continents on the WHO-recommended neurobehavioral core test battery. *Environ Res* 1993;62:125-47.

Anger WK. Fifteen years with the WHO-NCTB. Minisymposium. Seventh International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health, 20-23 June 1999. Stockholm, Sweden.

Benton AL, Hamsner K de S, Varney NR, Spreen O. Contributions to neuropsychological assessment. New York: Oxford University Press 1983.

Beuter A, Edwards R, de Geoffroy A, Mergler D, Hudnell K. Quantification of neuromotor function for detection of the effects of manganese. *Neurotoxicol* 1999;20:355-66.

Bleecker M (ed). Occupational neurology and clinical neurotoxicology. Williams & Wilkins 1994.

Bowman KJ. A method for quantitative scoring of the Farnsworth Panel D-15. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1982;60:907-16.

Cherry NM, Labreche FP, McDonald JC. Organic brain damage and occupational solvent exposure. *Br J Ind Med* 1992;49:776-81.

Cone JE, Bowler R, So Y. Medical surveillance for neurologic endpoints. *Occup Med* 1990;5:547-62.

Derogatis LR, Spencer PM. The Brief Symptom Inventory (BSI). administration, scoring and procedures Manual-1. Baltimore: Johns Hopkins University School of Medicine 1982.

---

Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, Fourth Edition. Stellman JM (ed), Geneva: International Labour Office 1998.

Escalona E, Yanes L, Feo O, Maizlish N. Neurobehavioral evaluation of Venezuelan workers exposed to organic solvent mixtures. *Am J Ind Med* 1995;27:15-27.

Ferraz HB, Bertolucci PH, Pereira JS, Lima JG, Andrade LA. Chronic exposure to the fungicide maneb may produce symptoms and signs of CNS manganese intoxication. *Neurol* 1988;38:550-3.

Gainsburg AP. A new contrast sensitivity vision test chart. *Am J Optom Physiol Opt* 1984;61:403-7.

Gerr FE, Letz R. Reliability of a widely used test of peripheral cutaneous vibration sensitivity and a comparison of two testing protocols. *Br J Ind Med* 1988;45:635-9.

Golden CJ. STROOP Color and Word Test. A Manual for Clinical and Experimental Use. Chicago: Stoelting Company 1978.

Hamilton A. Exploring the dangerous trades. Boston: Little Brown 1948.

Hänninen H, Lindström K. Neurobehavioral test battery of the Finnish Institute of Occupational Health. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health (FIOH) 1989.

Hogstedt C, Andersson K, Hane M. A questionnaire approach to the monitoring of early disturbances in the central nervous functions. In: Aitio A, Riihimäki V, Vainio H, editors. The biological monitoring and surveillance of workers exposed to chemicals. Washington (DC): Hemisphere Pub Corp 1984: 275-87.

Iregren A, Gambarale F, Kjellberg A. SPES: a psychological test system to diagnose environmental hazards. Swedish Performance Evaluation System. *Neurotoxicol Teratol* 1996;18:485-91.

Johnson BL, Baker EL, El Batawi M, Gilioli R, Hänninen H, Seppäläinen AM, Xinteras C. Prevention of neurotoxic illness in working populations. Published on behalf of the World Health Organization. New York (NY): John Wiley and Sons 1987.

Klove H. Clinical neuropsychology. In: Forster FM (ed.). The medical clinics of North America. New York: Sanders 1963. pp. 1647-58.

Keifer M. (ed). Human Health Effects of Pesticides. *Occup Med: State Art Rev* 1997;2.

LaDou J. Medicina laboral y ambiental, 2a edición. Mexico D.F.: Manual Moderno 1999.

Lanthony P. Lanthony's dichotomous test for color blindness, series D-15. *Doc Ophthalmol* 1978, 46:185-9.

Lebel J, Mergler D, Branches F, Lucotte M, Amorim M, Larribe F, Dolbec J. Neurotoxic effects of low-level methylmercury contamination in the Amazonian Basin. *Environ Res* 1998;79:20-32.

Lebel J, Mergler, D, Lucotte M, Amorim M, Dolbec J, Miranda D, Arantes G, Rheault I, Pichet P. Evidence of early nervous system dysfunction in Amazonian populations exposed to low-levels of methylmercury. *Neurotoxicol* 1996;17:15767.

Letz R. Use of computerized test batteries for quantifying neurobehavioral outcomes. *Environ Health Perspect* 1991;90:195.

Lewis R, Kapke T. The Lafayette Clinic repeatable neuropsychological test battery. Presented at the Annual Meeting of the Southeastern Psychological Association, Hollywood, Florida, 1977.

Londoño JL. Metodología de la investigación epidemiológica. Medellín (Colombia): Editorial Universidad de Antioquía 1995.

Lotti M, Moretto A, Capodicasa E, Bertolazzi M, Pereica M, Scapellato ML. Interactions between neuropathy target esterase and its inhibitors and the development of polyneuropathy. *Toxicol Appl Pharmacol* 1993;122:165-71.

Maizlish NA, Parra G, Feo O. Neurobehavioral evaluation of Venezuelan workers exposed to inorganic lead. *Occup Environ Med* 1995;52:408-14.

Mathiowetz V. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66: 69-74.

Mayor J, del Castillo N, Cadavid LC. Sistemas de diagnóstico neuropsicológico automatizado en una muestra de la población cubana. Centro de Neurociencias de Cuba, Especialista de Caso de Medellín, Seguro Social de Colombia. Antioquía (Colombia): Editorial Gente Nueva 1998.

McConnell R; Keifer M; Rosenstock L. Elevated quantitative vibrotactile threshold among workers previously poisoned with methamidophos and other organophosphate pesticides. *Am J Ind Med* 1994;25:325-34.

McConnell R, Henao S, Nieto O, Rosenstock L, Trapé AZ, Wesseling C. Pesticides. In: Finkelman J, López G, Calderón R (eds). *Environmental epidemiology: A project for Latin America and the Caribbean*. 1993. Panamerican Center for Human Ecology and Health, PAHO, WHO; United States Environmental Protection Agency; International Programme on Chemical Safety, UNEP/ILO/WHO; Global Environmental Epidemiological Network, WHO. Mexico 1993.

Mergler D. Behavioral neurophysiology: Quantitative measures of sensory toxicity. In: *Neurotoxicology: Approaches and methods*. New York (NY): Academic Press Inc 1995.

---

Mergler D. Efectos neurotóxicos por exposición a plaguicidas entre trabajadores rociadores contra la malaria y otras enfermedades metaxénicas: evidencia de relación dosis-respuesta. CINBIOSE, Universidad de Montreal, Canadá; PPUNA, Universidad Nacional, Costa Rica; Departamento de Sustancias Tóxicas y Medicina del Trabajo, Ministerio de Salud, Costa Rica, 1996.

Mergler D. 1998. Manifestations of acute and early chronic poisoning and measuring neurotoxicity deficits. In: Stellman JM (ed). Encyclopaedia of occupational health and safety, 4th ed. Geneva: International Labour Office. Vol. 1, p. 7.13-7.14; 7.20-7.21.

Mergler D, Baldwin M, Bélanger S, Larribe F, Beuter, A, Bowler, R, Panisset M, Edward, R, de Geoffroy A, Sassine MP, Hudnell K. Manganese neurotoxicity, a continuum of dysfunction: results from a community based study. *Neurotoxicol* 1999;20:327-42.

Messing K, Tissot F, Saurel-Cubizolles MJ, Bourguine M. Sex as a variable can be a surrogate for some working conditions: factors associated with sickness absence. *J Occup Environ Med* 1998; 40:250-60.

Ostroski – Solís P, Ardila A, Rosselli M. Neuropsi Evaluación Neuropsicológica. Departamento de Psicofisiología, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, 1998.

Panisset M. Quantitative neurologic examination. CINBIOSE; Université du Québec à Montréal, 1996.

Purdue Research Foundation. Examiner manual for the Purdue Pegboard. Chicago Science Research Associates, 1948.

Reitan RM, Wolfson D. The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and Clinical interpretation. Tucson: Neuropsychology Press 1985.

Rosenstock L, Keifer M, Daniell WE, Mc Connell R, Claypoole K. Chronic central nervous system effects of acute organophosphate pesticide intoxication. *The Lancet* 1991;338:223-6.

Rosenstock R, Cullen MR. Clinical occupational medicine. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1986.

Rothman KJ, Greenland S. Precision and validity in epidemiologic studies. In: Rothman KJ, Greenland (eds). *Modern epidemiology*, 2nd edition. Philadelphia: Lippincott-Raven 1998.

Ruijten MW, Hooisma J, Brons JT, Habets CE, Emmen HH, Muijsers H. Neurobehavioral effects of long-term exposure to xylene and mixed organic solvents in shipyard spray painters. *Neurotoxicol* 1994;15:613-20.

Savage EP, Keefe TJ, Mounce LM, Heaton RK, Lewis JA, Burcar PJ. Chronic neurological sequelae of acute organophosphate pesticide poisoning. *Arch Environ Health* 43:38-45, 1988.

Silbergeld EK. The international dimensions of lead exposure. *Int J Occup Environ Health* 1995;1:336-48.

Steenland K, Jenkins B, Ames RG, O'Malley M, Chrislip D, Russo J. Chronic neurological sequelae to organophosphate pesticide poisoning. *Am J Public Health*.1994;84:7316.

Stephens R, Spurgeon A, Calvert I, Beach J, Levy LS, Berry H, Harrington JM. Neuropsychological effects of long-term exposure to organophosphates in sheep dip. *The Lancet* 1995;345:1135-9.

Tilson HA. Neurotoxicology in the 1990s. *Neurotoxicol Teratol* 1990;12:293300.

Van Wendel de Joode BN, Mergler D, Wesseling C, García M, Comité de Neurotoxicidad en Trabajadores contra la Malaria. Efectos neurotóxicos a largo plazo en trabajadores de control de la malaria. IRET, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica; CINBIOSE, Universidad de Montreal, Montreal, Canadá. Informe para PLAGSALUD, OPS-OMS. San José, Costa Rica, 1998.

Wechsler D. Manual for Wechsler adult intelligence scale - revised. 1981. New York: Psychological Corporation, 1981.

Weiss B. Long ago and far away: A retrospective on the implications of Minamata. *Neurotoxicol* 1996;17:257-63.

Wesseling C, London L, Mergler D, Myers J. Central nervous system symptoms as indicators of chronic neurobehavioral effects of pesticide exposure in developing countries: Experiences from South Africa and Costa Rica. Book of Abstracts. Seventh International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health, June 20-23. Stockholm, 1999.

Wesseling C, Keifer M, Ahlblom A, Mc Connell R, Moon JD, Rosenstock L, Hogstedt C. Long-term neurobehavioral effects of mild poisoning with organophosphate and n-methyl carbamate pesticides among banana workers. In: Wesseling C. Health effects from pesticide use in Costa Rica – an epidemiological approach. Stockholm: Karolinska Institute, National Institute for Working Life, 1997 [dissertation].

Wesseling C. Health effects from pesticide use in Costa Rica – an epidemiological approach. Stockholm: Karolinska Institute, National Institute for Working Life, 1997 [dissertation].

World Health Organization/United Nations Environmental Program. Public health impact of pesticides used in agriculture. Geneva: WHO 1990.

World Health Organization, Office of Occupational Health. Operational guide for the WHO neurobehavioral test battery (NCTB). Geneva: World Health Organization (WHO), 1986.