

AUTOMATIZACIÓN Y ADAPTACIÓN DEL TEST VISOMOTOR DE YELA

OSCAR IVÁN GUTIÉRREZ CARVAJAL*, LUISA FERNANDA GALLO SÁNCHEZ**
UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ, IBAGUÉ, COLOMBIA

Recibido: 26 de julio de 2013

Aprobado: 3 de diciembre de 2013

Para citar este artículo:

Gutiérrez, O., & Gallo, L. (2013). Automatización y adaptación del test visomotor de Yela. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 6 (2), 35-43.

Resumen

La presente investigación tiene como propósito el diseño y adaptación de un modelo automatizado de la prueba Visomotora de Mariano Yela. La nueva versión facilitará la medición de la aptitud viso-manual con mayor agilidad y precisión. Se desarrolló un modelo electrónico basado en un microcontrolador con una interfaz de aplicación gráfica que permite la calificación automática de la prueba y un software que permite recoger el historial de los evaluados. Para la adaptación se revisaron las propiedades psicométricas de la prueba. La muestra incluyó estudiantes, operarios de máquinas y personal administrativo. Se verificó su validez de criterio ($r = -0,39$), se establecieron normas para hombres y mujeres, y se determinó coherencia en las medidas. La relación *test - retest* de la prueba Visomotora reiteró su nivel de fiabilidad ($r = 0,70$). Se identificaron como ventajas la exactitud en la medición y la disminución de tiempos de calificación e interpretación. El nuevo modelo se considera un aporte a la medición de la motricidad, a la automatización de pruebas psicológicas y al trabajo interdisciplinar.

Palabras clave: Automatización, Coordinación visomotora, validación, adaptación

AUTOMATION AND ADAPTATION OF YELA VISOMOTOR TEST

Abstract

This research has the purpose of designing and adapting an automated model of the Marinano Yela's Visuomotor test. The new version facilitates the measurement of eye-hand skill with greater agility and precision. An electronic model was developed based on a microcontroller which consists of a graphical interface which allows automatic qualification of the test, and a software that collects the history of the population evaluated. For the adaptation, the psychometrical properties of the test were evaluated in a sample that included students, administrative personnel and machine operators. The criterion was validated ($r=-0.39$), and norms were established for men and women, additionally the coherence between measurements was determined. The relation test-retest showed consistency ($r=0.70$). Besides, measurement accuracy and reduction in scoring and interpretation times were identified as advantages. The new model is considered as a contribution to motor skills, automation of psychological tests, and interdisciplinary work.

Keywords: Automation, Visuomotor Coordination, Validation, Adaptation

Introducción

Las pruebas psicológicas se han automatizando en las últimas décadas, facilitando su aplicación, calificación e interpretación. En la aplicación se reemplazan los formatos en papel y los materiales por *software* o máquinas; en la calificación se erradican las plantillas de corrección por *software* que hacen los conteos; y

en la interpretación la tecnología brinda la posibilidad de comparar automáticamente los resultados obtenidos con los baremos de las muestras de tipificación que trae la prueba (Rodríguez & Martínez, 2003).

El uso de pruebas psicométricas es fundamental para los procesos de evaluación psicológica puesto que aportan exactitud y objetividad a la medida. En los procesos de selección de personal es donde más se han

* Psicólogo Coordinador del Laboratorio de Psicología y docente de psicometría. Universidad de Ibagué. oscar.gutierrez@unibague.edu.co

** Ingeniera electrónica Docente investigadora de la Universidad de Ibagué luisa.gallo@unibague.edu.co

usado pruebas, para la identificación de los candidatos que se ajustan al perfil de un cargo (Hogan, 2004). El uso indicado de estas pruebas, implica que el evaluador asegure la validez y fiabilidad de las pruebas, de manera que midan correctamente; esto implica muchas veces, que una prueba deba ser adaptada si el contexto en el que fue desarrollada es diferente del que va a ser aplicada (Nunnally & Berstein, 1995). Cada vez se observa en el mercado con mayor frecuencia pruebas adaptadas a diversas poblaciones, lo cual aporta validez a la medida; a pesar de esto, aun existen muchas pruebas cuyos baremos no representan la población a la que se quiere evaluar (Aiken, 1996).

La prueba Visomotora de Yela, objeto de análisis en esta investigación, es uno de los casos que demuestra la posible afectación de las propiedades psicométricas debido a los cambios contextuales. Esta prueba fue creada en España en el año 1979 con el fin de medir la aptitud de motricidad viso-manual y, desde entonces, su mayor utilización se ha dado en el campo de la selección de personal para cargos de operarios de máquinas en general (Yela, 1979; Pascual, 1997). La prueba Visomotora que se ofrece en el mercado es manual y genera al evaluador un alto gasto de tiempo, de trabajo y la posibilidad de interferencia de error en los conteos de corrección. La automatización de esta prueba facilitaría el trabajo del evaluador y la objetividad de los resultados.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo automatizar y adaptar la prueba Visomotora de Yela. Para esto, se diseñó un dispositivo electrónico con una interfaz amigable al usuario, una fuente de alimentación autónoma y un software propio; y se demostró la calidad del prototipo. Igualmente, se revisaron las propiedades de validez y fiabilidad, y se establecieron nuevas normas percentilares las cuales se compararon las normas originales.

La medición de la coordinación visomotora

Este tipo de habilidad pertenece al grupo de la capacidad de la coordinación motriz que, según Caminero (2006) es el conjunto de capacidades que organizan y regulan de forma precisa todos los procesos parciales de un acto motor en función de un objetivo motor preestablecido. La capacidad visomotora entra en acción en todas aquellas tareas cotidianas en que las personas se implican en la ubicación de objetos en espacios determinados. Yela (1979) explica la coordinación visomanual como una capacidad necesaria

para ubicar un objeto de forma sencilla en un lugar y posición determinados.

Las diferentes habilidades pertenecientes a la coordinación motriz son medidas con diferentes pruebas, dependiendo de su especificidad; no obstante, las altas correlaciones entre las diferentes pruebas muestran la posibilidad de estar midiendo un sólo constructo: la habilidad mecánica (Aiken, 1996). La motricidad óculo-manual es medida usualmente para fines de contratación laboral, pero otros estudios muestran cómo se relaciona de manera significativa con otras variables como por ejemplo, el desarrollo evolutivo del lenguaje (Berdicewski & Milicic, 1979); el desarrollo de la inteligencia verbal y no verbal (Garaigordobil, 1999); la respiración diafragmática (Puerta & Cruz, 2003); el desarrollo cognitivo en niños (Wassenberg, et al., 2005); la estimulación en el hogar (Osorio, Torres, Hernández, López & Schnaas, 2010); la lateralidad y la dominancia (Kaufman S., Zalma, Nadeen & Kaufman, 1978; Florez & Troyo, 2001); y la obesidad (Gentier, et al., 2013). Todas las relaciones que guarda esta capacidad con otras variables permiten observar que su medida es necesaria para procesos de evaluación psicológica en diferentes áreas de trabajo.

Dentro de las pruebas que existen para medir esta habilidad, algunas son de lápiz y papel, como la Prueba de Compresión Mecánica de Bennett, la prueba de Minnesota y los Tests de Aptitudes Mecánicas de MacQuarrie (Aiken, 1996); y otras mecánicas o de ejecución, las cuales implican tareas como incluir piezas dentro de orificios de tableros como la prueba Visomotora de Yela y el Test de Stromberg (Yela, 1979). Actualmente se encuentran diferentes pruebas para la medición de la motricidad en diferentes estudios; sin embargo ninguna de estas es automatizada y usan estrategias diferentes de medida a la visomotora; algunas miden el componente oculomanual dentro de muchas otras capacidades.

La prueba Bruininks - Oseretsky de habilidad motriz (de Bruininks, 1978 y Bruininks & Bruininks, 2005; citados por Deitz, Kartin y Kopp, 2007), consiste en un formulario para caracterizar el rendimiento en las áreas de control fino manual, coordinación manual, coordinación corporal, la fortaleza y agilidad. Es utilizada por los fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales en la clínica y la práctica escolar y se han realizado diferentes análisis que demuestran sus propiedades psicométricas (Kambas & Aggeloussis, 2006; Wuang, Lin & Su, 2009; Wuang, & Su, 2009; Spironello, Hay, Missiuna, Faught & Cairney, 2010).

Por otra parte, la batería MABC - 2 de evaluación de movimiento para los niños (Henderson 2007, citado en Holm, Tveter, Aulie & Stuge, 2012), utilizada en diferentes estudios para la medición de la motricidad (Venetsanou et al., 2011), comprende ocho tareas que son: colocar clavijas, enhebrar un cordón, una pista de dibujo, capturar con las dos manos, tirar bolsas de frijoles en colchonetas, equilibrio en una sola tabla, caminando hacia delante del talón al dedo del pie y saltando en colchonetas.

Otras pruebas incluyen la medida de este aspecto dentro otras áreas. La prueba neuropsicológica de Luria mide cinco áreas dentro de las cuales se encuentra el área visoespacial que se evalúa a través de representaciones pictóricas de objetos la percepción visual y la orientación espacial (Manga & Ramos, 2001). De manera similar, la prueba WISC-R orientada a la medición del coeficiente mental comprende dentro de sus subpruebas escalas manipulativas que implican el trabajo con cubos, historietas, figuras incompletas, entre otras (Wechsler, 1994).

Otros estudios han demostrado la necesidad de adaptación de estas medidas para mantener sus propiedades, como es el caso del estudio desarrollado por Christianses y Ortiz (1974) en el que se adaptó la escala de medición de motricidad óculo-manual, que hace parte de la prueba de desarrollo mental de Griffiths, a la población de Bogotá con el fin de contribuir a los procesos de evaluación realizados por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). En la prueba que fue aplicada a 1177 niños se encontró un número de reactivos con altos niveles de dificultad que podían invalidar la medida de este tipo de atributo.

La automatización de pruebas psicológicas

Automatizar es el proceso por medio del cual se consigue que una labor que se considera repetitiva se pueda implementar mediante dispositivos mecánicos y electrónicos, buscando mejoras en la eficiencia de la culminación de esta labor, dándole un valor agregado al resultado final, como por ejemplo, la digitalización de la información obtenida y el análisis posterior a la adquisición de esta información.

En cuanto al análisis de motricidad y el desarrollo de equipos automatizados para su medición, los esfuerzos se han encaminado a la creación de modelos matemáticos sobre los movimientos humanos en

general. Un ejemplo de esto es el desarrollo de películas animadas o aplicaciones de *biofeedback* en deportistas, como el trabajo desarrollado por Hernández, Oña, Bilbao, Ureña y Bolaños (2011), en el que se emplea el análisis automatizado del movimiento para ayudar en la técnica del voleibol y para lo cual se diseñó un dispositivo capaz de captar todos los movimientos y medir índices específicos de posicionamiento del deportista, para buscar la colocación óptima.

Thompson y Wilson (1982) realizaron un análisis de las pruebas psicológicas automatizadas e identificaron varias ventajas que estas traen al trabajo del psicólogo para la medición. Según la revisión de estos autores, desde 1960 se ha automatizado este tipo de instrumentos, siendo Miller en 1968 quien enfatizó en la necesidad de automatizar para facilitar la grabación de datos, la confiabilidad y la velocidad de procesamiento de resultados, pues estas pruebas ayudarían a los psicólogos a evaluar las habilidades mecánicas de candidatos a trabajos con maquinaria o también en el caso de enfermos. Igualmente indicó Miller, que el costo de aplicación del test automático sería inferior al manual. Desde entonces, explica Thompson y Wilson (1982), se ha visto un incremento en el diseño y validación de este tipo de pruebas.

Algunos trabajos en los que automatizaron y validaron pruebas fueron: Piñeiro, Caballero, Manzano y Inguanzo (1999), quienes automatizaron la prueba de vocabulario *Peabod* en Cuba; Fernandez, Marino y Alderete (2002) estandarizaron el *test del trazo* en una muestra de adultos argentinos; y Fernández, López y Vinuesa (2005), construyeron sistemas automatizados para la medición de tiempos de reacción. Igualmente, Thompson y Wilson (1982) reportan trabajos en los cuales se automatizaron y validaron test como son los de Gedye en 1967 quien realizó estos procedimientos a una prueba para la evaluación del entrenamiento en pacientes geriátricos y Levy & Post en 1975, examinaron la fiabilidad de la prueba de Miller por medio del *test-re-test* y encontraron correlaciones significativas.

Thompson y Wilson (1982), mencionan otras ventajas que estos tests le traen a la medida en psicología como son: la posibilidad de interacción del evaluado con la máquina para la comprensión de las instrucciones por medio de ejemplos animados que apoyan su entrenamiento, la facilidad para la creación y recreación de estímulos complejos no verbales, la generación de

formas alternas del test para la medida de su fiabilidad, la rapidez del cálculo para analizar los reactivos y para el establecimiento de normas estadísticas y el monitoreo del avance del paciente, dadas la capacidad de almacenamiento y recuperación de información.

Método

Diseño

La validación de pruebas corresponde a estudios de tipo instrumentales encaminados al desarrollo de pruebas y aparatos, incluyendo tanto el diseño (o adaptación) como el estudio de las propiedades psicométricas de los mismos (Montero & León, 2005). Igualmente, corresponde a un estudio de tipo correlacional transversal debido a que se relacionan los puntajes obtenidos en dos pruebas diferentes y cuya aplicación se realizó en un mismo momento (Hernández, Fernández & Baptista, 2010).

Participantes

El muestreo fue por conveniencia y la muestra de participantes en cada una de las pruebas aplicadas fue distinta. Para las pruebas de calidad del prototipo electrónico y para la normalización de las medidas de la prueba automatizada, se examinaron 130 sujetos (46,2% hombres y 53,8% mujeres), con una edad promedio de 22,34 años ($H = 21,33$ $M = 23,21$). El 32,3% fueron estudiantes de psicología, el 34,6% estudiantes de ingenierías y el 33,1% restante fueron trabajadores varios (docentes, administrativos, operarios, etc.). La aplicación de la prueba MacQuarrie se le realizó al 43% de la muestra anteriormente descrita (40 mujeres y 16 hombres).

Instrumentos

Test Visomotor de Mariano Yela

La prueba la compone un tablero con una serie de perforaciones de idénticas dimensiones, pero con distinta orientación y piezas idénticas entre sí. La instrucción de aplicación consiste en colocar las piezas una a una y en un orden determinado en las perforaciones, hasta llenar el tablero en el menor tiempo posible.

La prueba fue validada mediante la aplicación a una muestra de 57 operarios de máquinas automáticas y semiautomáticas, adultos y de ambos sexos, y la seguida correlación con el juicio de los jefes quienes estimaron dos grupos, uno denominado "más aptos" quienes eran reconocidos como ágiles motrizmente y otro conformado por los "menos aptos", quienes se consideraban con niveles de motricidad inferiores al grupo anterior. Se encontró un índice de correlación biserial de 0.767, con un criterio subjetivo de "aptitud". La fiabilidad de la prueba se identificó mediante la correlación entre la primera y la segunda aplicación de la misma; se encontró un índice de relación de alto nivel ($r = 0.931$). Los autores indican que la posibilidad de sesgo por aprendizaje entre ambas aplicaciones queda compensada con la fatiga experimentada en la segunda aplicación (Yela & Lopez, 1979).

Test de aptitudes mecánicas MacQuarrie.

Esta prueba evalúa algunos aspectos aptitudinales de la inteligencia técnica como las habilidades relacionadas con precisión y rapidez manual. La prueba está formada por siete *subtests*: Trazado, Marcado, Punteado, Copiado, Localizado, Recuento y Laberinto. Cada uno de ellos se puntúa independientemente, pero lo usual es considerar la puntuación total o una parcial que resulta de sumar las de los *subtests* de Punteado, Copiado y Localizado. Se determinó su validez a través de métodos de análisis factorial, correlaciones con otras pruebas y con otros criterios; así mismo, se han establecido correlaciones con criterios como dibujo técnico aeronáutico, mantenimiento de material aeronáutico; así como operación de maquinaria de empaquetado, de *cluster*, y de coser, y operación de sumadoras, aprendices mecánicos, entre otros. La fiabilidad de la prueba se ha demostrado en variados estudios con correlaciones entre escalas superiores a $r = 0,83$ en promedio (MacQuarrie, 2003).

Materiales

Para la construcción de la prueba automatizada, se contó con un microcontrolador, un teclado, una pantalla LCD, fuente regulada y batería, sensores para detectar las fichas, un PC con puerto USB con sistema operativo Windows XP o superior, software Microsoft Excel y Visual. Para la aplicación de pruebas, una sala o salón de clases, una mesa y una silla.

Procedimiento

Fase No. 1: Desarrollo del prototipo electrónico

El prototipo tuvo como premisa en su construcción que cumpliera los procedimientos de aplicación, calificación e interpretación estipulados en el manual de la prueba original de Mariano Yela (1979), de manera que se mantuvieran sus propiedades de medida. Igualmente, se indicó que sus dimensiones físicas debían ser las mismas del equipo manual. Se planteó un diseño a partir de un diagrama de bloques (figura 1) en el cual se reflejan las diferentes etapas en las cuales se divide dicho prototipo: fuente de alimentación, control, conexión USB, visualización, interfaz con el usuario.

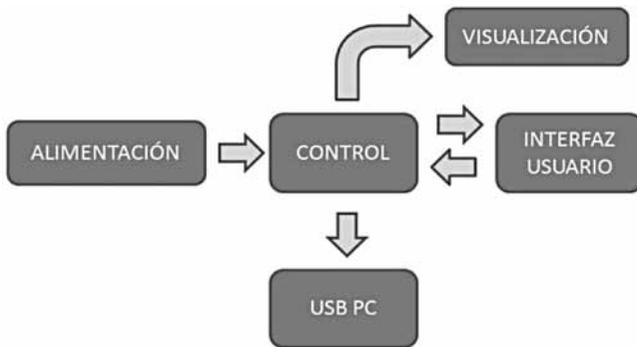


Figura 1. Bloques del prototipo automatizado

Para la interfaz con el usuario se abordó la caracterización de diferentes tipos de sensores: tiempo de respuesta, salida de voltaje entregado, baja implementación de materiales para la etapa de acondicionamiento, robustez del dispositivo y bajo consumo, por lo cual, fueron analizados fotorresistencias, sensores de presión, sensores hall y sensores de reflexión infrarroja. Luego, se analizaron los requerimientos de potencia para alimentar todos los elementos necesarios y así, determinar la mejor fuente de alimentación. Seguidamente, en la etapa de control, se analizaron los sistemas indispensables para controlar el proceso de aplicación, calificación e interpretación de la prueba. Finalmente, en la etapa de software, se implementó la herramienta de *Visual Basic* para facilitar la gestión del proceso de captura y análisis de datos de la prueba.

Fase No. 2: Aplicación de pruebas.

Se administraron ambas pruebas siguiendo las instrucciones de los manuales de las mismas.

Fase No. 3: Análisis de resultados.

Los datos fueron digitalizados en tablas del software Microsoft Excel y procesados en el software SPSS 11.0. Para la validación de la prueba se estableció la correlación de Pearson entre las pruebas, para la adaptación se calcularon percentiles, y para la fiabilidad se relacionaron la primera y segunda aplicación.

Resultados

Automatización de la prueba de Yela

La caracterización de los diferentes tipos de sensores permitió establecer que el sensor de reflexión infrarroja QRD1114 tuvo un mejor desempeño. Este sensor posee un filtro ultravioleta que contrarresta la luz ambiente (principal problema de los otros sensores), es de bajo consumo de potencia, pues entrega voltajes entre 0,0 V y 5 V lo que facilita el circuito de acondicionamiento que desplazará la información hasta el microcontrolador, donde se analizan los datos. Se implementó una fuente de 5 V, que alimenta todo el sistema circuital del prototipo; además, como medida de seguridad, se cuenta con un sistema de baterías para darle a la prueba algún nivel de autonomía de la red eléctrica.

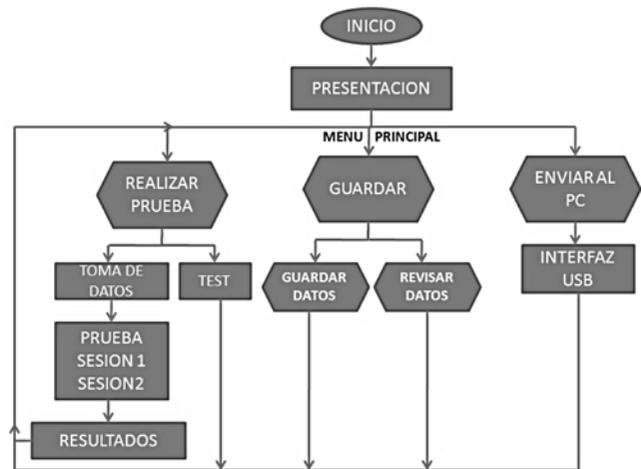


Figura 2. Diagrama de flujo del software del microcontrolador

Para la Etapa de Control, se implementó un microcontrolador que ejecuta las funciones principales, en este caso se eligió el PIC 18F4550, debido a su memoria flash de programa (32K) y su salida USB para la comunicación con el PC. Finalmente, bajo la programación en lenguaje C del microcontrolador 18F4550 se realizó el algoritmo del PIC para efectuar el control de automatización de la prueba de Yela,

cuyo diagrama de flujo (Figura 2) consta de tres subrutinas: Realizar la prueba, Guardar la información de la prueba y Enviar al PC.

El software desarrollado en *Visual Basic* contiene un ejecutable capaz de crear un archivo de Excel, donde todos los datos (de máximo 30 usuarios) son enviados por comunicación USB y clasificados en diferentes columnas para, de esta manera, generar una base de datos con diversos sujetos. Estos datos se descargan en una plantilla de Excel que genera automáticamente algunas de las estadísticas generales de la prueba.

El modelo automatizado permite almacenar la información del usuario como: nombre, edad y tiempo que se tarda efectuando la prueba, entre otros datos, mediante el registro de la información a través de un teclado teniendo la visualización en un LCD 4x20. Así mismo, en la automatización se desarrolló el sensado del tablero, para cronometrar la prueba y monitorear que ésta se realizará correctamente, en caso contrario se registran los errores cometidos durante ésta. El modelo terminado se observa en la figura 3.



Figura 3. Prototipo automatizado de la Prueba de Coordinación Visomotora de Yela

Posteriormente, al terminar la prueba, se realizó un pre-diagnóstico, el cual a través de la comunicación vía puerto USB con el *software* diseñado para el análisis de los datos proporcionados por la prueba (figura 4), permitió determinar el desempeño del usuario y, adicionalmente, realizar bases de datos de grupos específicos.

El prototipo electrónico pasó por varios procesos de revisión que incluyeron pruebas extensas bajo condiciones de alta temperatura, a luz directa del sol y cortes abruptos de energía, lo que permitió realizar un rediseño y acondicionamiento de los disipadores y la

distribución final de las piezas para el sensado, garantizando fiabilidad al momento de realizar las pruebas. De igual manera, se probaron el teclado y el *software* que se despliega en el LCD hasta garantizar que la prueba cumplía con todos los requerimientos de la prueba original, además de incluir otras variables nuevas para mejorar la misma.

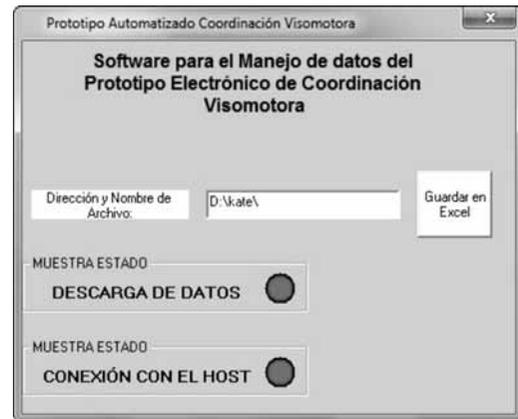


Figura 4. Ventana para descarga de datos desde el módulo de coordinación Visomotora hacia el PC.

Los datos que se recogen se descargan en una plantilla de Excel (Figura 4), que genera automáticamente algunas de las estadísticas generales de la prueba. Finalmente, con base en la estadística se genera el análisis correspondiente, para comprobar el desempeño poblacional y efectuar la validez de la prueba.

Las ventajas que proporciona este prototipo en ganancia de tiempo con respecto al modelo original son evidentes. En la prueba manual, la aplicación y registro de datos demora entre cuatro y seis minutos en hojas de papel y la calificación e interpretación de la información tarda alrededor 30 minutos, si no se tiene entrenamiento en la implementación de la prueba. Mientras tanto, el prototipo automatizado tiene tiempos inferiores y no requieren previo entrenamiento para mejorar su velocidad de trabajo; la toma y registro de datos tarda de tres a cinco minutos, el almacenamiento de datos dura un minuto y la calificación e interpretación de la prueba tarda un minuto. En conclusión, Se demostró la eficiencia de las características de la prueba automatizada.

Adaptación de las normas de la prueba

Se establecieron estadísticos de tendencia central y percentiles para la nueva prueba y se compararon estos resultados con la original (Yela, 1979). Se encontró coherencia en ambas pruebas debido a que las mujeres

muestran resultados promedio inferiores que los hombres (Mujeres Automatizada $M = 204$ Mujeres Original $M = 246$; Hombres Automatizada $M = 193$; Hombres original $M = 231$). Igualmente se hallaron diferencias en los percentiles 75 y 25, puntos de corte de nivel alto y bajo. Los hombres demoran 178 centésimas de minuto en desarrollar la prueba para ser clasificados en el grupo alto y más de 210 para clasificarse en el nivel bajo; mientras que en el baremo original los puntos de corte fueron 218 y 250, respectivamente. Los resultados fueron similares en la comparación realizada con mujeres, donde el percentil 75 de la nueva versión de la prueba equivale a 181 centésimas y el percentil 25 equivale a 227 centésimas; mientras que en la versión original los puntos de corte fueron 224 y 272 centésimas de minuto.

Tabla 1

Medidas descriptivas de las pruebas Visomotora de Yela y Visomotora Automatizada para hombres y mujeres

Centiles	Visomotora Automatizada		Visomotora Original Yela (1979).	
	Varones	Mujeres	Varones	Mujeres
99	149	140	184	200
75	178	181	218	224
50	191	197	232	244
25	210	227	250	272
1	248 más	314 más	336 más	394 más
<i>N</i>	60	70	2959	303
<i>Media</i>	193	204	231,1	246
<i>D. T</i>	22,21	34,49	28,83	39,92

Los hallazgos permitieron determinar que existen diferencias entre géneros con respecto a la habilidad visomanual y que si existen diferencias en el estándar original y el nuevo (automatizada); se encontró menor exigencia para la clasificación de grupos de hábiles y menos hábiles en el baremo original.

Validez

Por otro lado, se analizaron las correlaciones de Pearson entre las subpruebas de Punteado, Copiado y Localizado de las pruebas MacQuarrie y Visomotora; una correlación negativa indicaría una relación positiva entre las variables debido a la diferencia en la calificación de las pruebas.

Se encontró relación entre la prueba Visomotora y la subprueba de punteado ($r = -0.44$), mientras que con las

pruebas de localizado y copiado las correlaciones no fueron significativas ($r = -0.32$ y 0.20). De igual manera, se encontró relación entre el total de las tres subpruebas del test de MacQuarrie y la Visomotora ($r = -0.39$).

Tabla 2

Correlación entre la Visomotora y MacQuarrie

Pruebas	Punteado	Copiado	Localizado	MacQuarrie Total
Copiado	0.22			
Localizado	0.287(*)	0.493(**)		
Visomotora	-0.440(**)	-0.317(*)	-0.20	-0.391(**)

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fiabilidad

Se realizó el procedimiento para obtener la confiabilidad utilizando los parámetros establecidos en la prueba original de Mariano Yela con los cuales se calculó la correlación entre los tiempos empleados en completar el tablero por primera vez y los invertidos en la segunda. Se halló una correlación significativa al nivel 0.01, con valor equivalente a $r = 0.70$.

Discusión

Son diversos los estudios que han validado y adaptado pruebas en muchos países con el fin de obtener medidas diferenciadoras según sexo, edad, nivel académico y cultura, y es absolutamente necesario continuar con estos estudios para no perder la calidad del trabajo psicométrico (Aiken, 1996). Diversas investigaciones han incluido la tecnología para la aplicación y calificación de pruebas, de manera que se pueda agilizar el proceso de medida.

El uso de la tecnología en las pruebas se ha dedicado, sobre todo, a la inclusión del *software* en los procesos de obtención de datos y conteos, y en algunos casos, a la interpretación textual de los niveles reportados por la calificación sistematizada de las pruebas; proceso que sirve para agilizar el uso de pruebas conocidas como de lápiz y papel (Thompson & Wilson, 1982). No obstante, dado que los atributos psicológicos son tan diversos, los tipos de pruebas son diversos y, con ello, sus formas de aplicación a los examinados,

como el caso de las pruebas de ejecución, donde el evaluado debe desarrollar tareas con el movimiento de herramientas, fichas, entre otras.

Las pruebas de ejecución, generalmente, son creadas para la medición del desarrollo motriz o de las habilidades motrices como el caso de la prueba Visomotora de Yela, desarrollada para la evaluación de la aptitud óculo - manual. Estas pruebas que requieren de ejercicios basados en el movimiento no han gozado de la inclusión de la tecnología tanto como ha pasado con las de lápiz y papel; no obstante, el desarrollo tecnológico de este estudio se convierte en un avance en este tipo de medida.

Este estudio buscó la inclusión de tecnología a la prueba Visomotora de Yela, de manera que sus procedimientos de aplicación, calificación e interpretación se realizarán con menor inversión de tiempo y con mayor objetividad en la toma de sus medidas. Este proceso de inclusión de nueva tecnología a la prueba se denomina "automatización". Para su desarrollo, se creó un equipo de expertos de las áreas de la medición psicológica y la electromedicina, con el fin de automatizar esta prueba y recuperar todo su potencial de medida establecido por Yela (1979). De igual manera, el estudio buscó la creación de nuevas normas estándar para el establecimiento de puntos de corte de habilidad manual actualizados y contextualizados.

La prueba Visomotora Automatizada es resultado de un estudio interdisciplinario que permitió la articulación de los conocimientos de la psicología y la ingeniería electrónica para ofrecer a la sociedad científica y profesional experiencias de avanzada, que muestren que los esfuerzos y aprendizajes mancomunados de diferentes áreas del conocimiento facilitan el crecimiento de las mismas. Igualmente, la Visomotora Automatizada es una herramienta válida y confiable para la media de esta habilidad en Colombia, sobre todo, con un procedimiento de aplicación más rápido y objetivo que la prueba original.

Los aportes observados en velocidad y objetividad de la prueba Visomotora Automatizada, en comparación con la versión original, se registraron en el inicio y el final de la aplicación debido a que la primera registra de forma automática el inicio, cuando una vez el sujeto coloca la primera ficha y al finalizar cuando ubica la última ficha en el tablero; mientras tanto, el *software* se encarga de tabular y convertir los resultados en centiles y mostrar el nivel de habilidad. Este es un avance que facilitará la aplicación de la prueba a varios sujetos, puesto que no se requiere de la inversión de grandes periodos de tiempo para la corrección.

Las características de validez y confiabilidad reportadas en este estudio fueron suficientes para demostrar que la prueba sigue siendo válida y fiable para medir habilidad manual. Como aporte al estudio de la validez de esta prueba, se procedió con la aplicación de la prueba MacQuarrie como criterio de validación, mientras que el estudio original utilizó el criterio de los jefes de turno de los operarios como criterio. Con ambos procedimientos se ha demostrado la validez de la prueba y niveles altos de fiabilidad.

El nivel estándar de habilidad fue superior, tanto en hombres como en mujeres, en la prueba reciente; esto se puede deber a la inclusión de las computadoras en la mayoría de las actividades escolares y laborales recientes, a diferencia de la época en la que se estandarizó la prueba original. Se encontraron diferencias de sexo en cuanto a la habilidad visomanual, determinando que los hombres son, al parecer, más rápidos en este tipo de tareas, algo que muestra validez entre las pruebas original automatizada, debido a que en la primera también se muestra esta diferencia.

Para estudios posteriores, se recomienda aplicar la prueba a una población mayor para establecer nuevas normas y para verificar su validez mediante otros procedimientos. Esta prueba se recomienda para la selección de operarios de maquinaria en cualquiera que sea su labor, pues aptitudes visomotrices constituyen un factor primordial a la hora de realizar tareas relacionadas con el trabajo de máquina. Finalmente, se considera importante continuar con esta investigación, realizando más aplicaciones, con el objetivo de superar los niveles de validez del instrumento, para poder realizar un aporte significativo al área laboral, brindando y aprovechando este nuevo prototipo útil, de fácil manejo, el cual ofrece confiabilidad y objetividad en los resultados.

Referencias

- Aiken, L. (1996). *Tests Psicológicos y evaluación*. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.
- Berdicewski, O., & Milicic, N (1979). Coordinación Visomotora y discriminación auditiva en tres grupos de niños de diferentes estratos socioeconómicos. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 11(2), 287 - 295.
- Caminero, F (2006). Marco teórico sobre la coordinación motriz. *Revista Digital*, 10(93).
- Christianses, L., & Ortiz, N. (1974). Adaptación de la prueba de desarrollo mental de Griffiths a la población de Bogotá, reordenación de los ítems. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 6(3), 347 - 361.

- Deitz, J.C., Kartin, D., & Kopp, K. (2007). Review of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, *Phys Occup Ther Pediatr.* 27(4), 87-102.
- Fernández, A., Marino, J., & Alderete, A. (2002). Estandarización validez conceptual del test del trazo en una muestra de adultos argentinos. *Revista neurológica argentina*, 27, 83 - 88.
- Fernández, R., López, I., & Vinuesa, G. (2005). *Sistema automatizado para la medición de tiempos de reacción en el estudio de procesos de memoria, percepción, atención, sensación, inteligencia pensamiento* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Flórez, M., & Troyo, R. (2001). Preferencia manual, actividad motora gruesa en niños con desnutrición. *Investigación en Salud*, 3(1), 45-53.
- Garaigordobil, M. (1999). Evaluación del desarrollo psicomotor y sus relaciones con la inteligencia verbal y no verbal. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica- RIDEP*, 8(2), 1-36.
- Gentier, I., D'Hondt, E., Shultz, S., Deforche, B., Augustijn, M., Hoorne, S.,...Lenoir, M. (2013). Fine and gross motor skills differ between healthy-weight and obese children. *Research in Developmental Disabilities*, 34(11), 4043-4051. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.ridd.2013.08.040>.
- Hernández, E., Oña, A., Bilbao, A., Ureña, A., & Bolaños, J. (2011). Efecto de la aplicación de un sistema automatizado de proyección de preíndices para la mejora de la capacidad de anticipación en jugadoras de voleibol. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 551-572.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ª. ed.). México: McGrawHill.
- Hogan, T. (2004). *Pruebas psicológicas. Una introducción práctica*. México: Manual Moderno.
- Holm, I., Tveter, A., Aulie, S., & Stuge, B (2013). High intra- and inter-rater chance variation of the movement assessment battery for children 2, ageband 2. *Research in Developmental Disabilities*, 34(2), 795-800.
- Kambas, A., & Aggeloussis, N. (2006). Construct validity of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-short form for a sample of Greek preschool and primary school children. *Perceptual & Motor Skills*, 102(1), 65-72.
- Kaufman, A; Zalma, R; Nadeen; Kaufman L. (1978). The Relationship of Hand Dominance to the Motor Coordination, Mental Ability, and Right-Left Awareness of Young Normal Children. *Blackwell Publishing on behalf of the Society for Research in Child Development*, 49(3), 885-888. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1128263>.
- MacQuarrie, T. (2003). *MacQuarrie, Test de aptitudes mecánicas*. Madrid: TEA Ediciones.
- Manga, D., & Ramos, F. (2001). *Luria Diagnóstico neuropsicológico de Adultos*. Madrid: TEA Ediciones.
- Montero, I. & León, O. (2005). Sistema de clasificación del método en los informes de investigación en psicología. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 5 (1), 115-127.
- Nunnally, J., & Berstein, I. (1995). *Teoría Psicométrica*. México: Editorial Trillas.
- Osorio, E., Torres, L., Hernández, M., López, L., & Schnaas, L. (2010). Estimulación en el hogar y desarrollo motor en niños mexicanos de 36 meses. *Salud Pública de México*, 52 (1). 14-22.
- Pascual, M. (1997). Marcelo pascual la investigación sobre las "aptitudes" la "inteligencia técnica". *Psicothema*, 9, 441 - 455.
- Piñeiro, A., Caballero, G., Manzano, M., & Inguanzo, G. (1999). Automatización de la prueba de vocabulario peabod. *Revista Cubana de Psicología*, 16(2), 119-123.
- Puerta, D., & Cruz, D. (2003). Influencia de la respiración diafragmática en la motricidad fina. *Acta Colombiana de psicología*, (10), 89 - 95.
- Rodríguez, A., & Martínez, F. (2003). Aplicaciones informáticas de psicometría en investigación educativa. *Comunicar- Revista Iberoamericana de Comunicación y educación*, 21, 163-166.
- Spirorello, C, Hay, J., Missiuna, C, Faight, BE., & Cairney, J. (2010). Concurrent and construct validation of the short form of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency and the Movement-ABC when administered under field conditions: implications for screening. *Child Care Health Dev*, 36(4), 499-507. doi: 10.1111/j.1365-2214.2009.01066.x.
- Thompson, J., & Wilson, S. (1982). *Automated Psychological Testing*. Man-Machine Studies. Middlesex Hospital Medical School. Royal Hospital and Home for Incurables, London.
- Venetsanou, F., Kambas, A., Ellinoudis, T., Fatouros, I., Giannakidou, D., & Kourtessis, T. (2011). Can the Movement Assessment Battery for Children-Test be the "gold standard" for the motor assessment of children with Developmental Coordination Disorder? *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 1-10.
- Wassenberg, R., Kessels, A., Kalf, A., Hurks, P., Frans, J., Hendriksen, J., Kroes, M., Beeren, M., & Joha, S. (2005). Relation between Cognitive and Motor performance in 5- to 6-Year-Old Children: Results from a Large-Scale Cross-Sectional Study. *Blackwell Publishing on behalf of the Society for Research in Child Development*, 76 (5), 1092-1103.
- Wechsler, D. (1994). *WISC-R Escala de inteligencia de Wechsler para niños - Revisada*. Madrid: TEA Ediciones.
- Wuang, Y., Lin, Y., & Su, Ch. (2009). Rasch Analysis of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency Second Edition in intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 30 (6), 1132-1144. doi:10.1016/j.ridd.2009.03.003
- Wuang, Y., & Su, Ch. (2009). Reliability and responsiveness of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency-Second Edition in children with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 30(5), 847-855.
- Yela, M., & López, L. (1979). *Manual de coordinación visomotora de Yela* (2ª ed. revisada.) Madrid: TEA Ediciones.