



Artículo de investigación

Contribución única de la inteligencia fluida y cristalizada en el rendimiento académico

Unique contribution of intelligence fluid and crystallized from academic performance

Yaser Ramírez-Benítez^{1*}, Rosario Torres-Díaz², Valeska Amor-Díaz²

1 Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Cienfuegos, Cuba.

2 Centro de Neurociencias de Cuba (CNEURO). Cubanacán, La Habana, Cuba.

Resumen

La teoría de la inversión de Cattell establece que inteligencia fluida (Gf) constituye la base de la inteligencia cristalizada (Gc), en tanto hace posible la adquisición de habilidades y conocimientos. Sin embargo, las evidencias empíricas no son concluyentes. La presente investigación pretende determinar la contribución única de la inteligencia, Gf y Gc, sobre el rendimiento académico del niño escolar. Se utilizó una muestra de 100 niños según criterios de selección en dos tipos de enseñanza: niños con calificaciones de Mal y Regular en las materias escolares (enseñanza regular) y niños con retraso mental ligero (enseñanza especial). Las pruebas intelectuales fueron: Escala de Capacidad Intelectual y Analogía verbales. Las tareas académicas fueron: fluidez lectora y fluidez matemática. Los resultados indicaron fuertes correlaciones entre las variables académicas y las intelectuales. La regresión jerárquica indicó contribución significativa de Gc (Analogía verbales) para pronosticar el desarrollo de la lectura cuando se controla el efecto de Gf (Escala de Capacidad Intelectual). Por el contrario, Gf mostró una contribución significativa para explicar el rendimiento de la matemática cuando se controla a Gc.

Palabras clave: inteligencia fluida, inteligencia cristalizada, teoría de la inversión, aprendizaje, habilidades académicas, lectura, matemática

Abstract

The investment theory of Cattell states that fluid intelligence (Gf) is the basis of crystallized intelligence (Gc), as does the acquisition of skills and knowledge possible. However, the empirical evidence is inconclusive. This research trying to determine the unique contribution of intelligence, Gf and Gc, on the academic performance of school children. A sample of 100 children was used as selection criteria in two types of education: children with scores bad and regular school subjects (regular education) and children with mild mental retardation (special education). Intellectual tests were: Intellectual Ability Scale and Verbal Analogy test. Academic tasks were: reading fluency and math fluency. The resulted showed strong correlations between academic and intellectual variables. The hierarchical regression indicated significant contribution of Gc (Verbal Analogy) to predict the development of reading when the effect of Gf (Intellectual Ability Scale) is controlled. By contrast, Gf showed a significant contribution to explain the performance of mathematics when Gc controls.

Keywords: fluid intelligence, crystallized intelligence, investment theory, learning, academic abilities, reading abilities, mathematics abilities

Introducción

La evaluación de la inteligencia es un tema relevante en el contexto educacional dada su estrecha relación con el éxito académico. El uso de instrumentos apropiados permite detectar tempranamente posibles alteraciones intelectuales leves en niños que cursan la enseñanza regular. La atención de este tipo de problemas mediante procedimientos educativos y ayudas especiales contribuye a prevenir problemas de aprendizaje y deserción escolar futura.

La inteligencia ha sido conceptualizada desde múltiples perspectivas teóricas. Terman (citado en Fernández Ballester, 1995), por ejemplo, la define como una “capacidad para razonar de forma abstracta”, Piaget (citado en Vega, 2007) como una “capacidad para adaptarse al medio ambiente” y Wechsler (2005) como una “capacidad para actuar con un propósito concreto, pensar racionalmente, y relacionarse eficazmente con el ambiente”. En los años 90, un grupo de expertos, en un intento por generalizar las ideas más importantes presentes en las definiciones de diversos autores, formularon el siguiente concepto: “La inteligencia es una capacidad mental muy general que permite razonar, planificar, resolver problemas, pensar de modo abstracto, comprender ideas complejas, aprender con rapidez, y aprender de la experiencia” (Neisser y cols, 1996).

Una de las teorías de la inteligencia más conocidas de todos los tiempos es la teoría del factor g de Spearman (1904, 1927). El autor plantea que la inteligencia puede ser explicada en función de un factor de capacidad mental general “g” y un gran número de factores específicos “s”. g es una habilidad fundamental que interviene en todas las operaciones mentales, representa la energía mental y se moviliza en tareas no automatizadas. Las tareas cognitivas más cargadas de g son aquellas que exigen razonamiento deductivo o inductivo, visualización espacial, razonamiento cuantitativo, conocimiento y razonamiento verbal, y demandan exigencias mínimas de conocimiento especializado.

La teoría bifactorial de Cattell & Horn (Cattell, 1971; Horn, 1991, Horn & Noll, 1997) es otra de las teorías de la inteligencia de más amplia aceptación dentro de la comunidad científica. En este caso, se explica el rendimiento intelectual a partir de dos tipos de inteligencias: inteligencia fluida (Gf) e inteligencia cristalizada (Gc). Gf se define por el uso intencionado de diversas operaciones mentales en la resolución de problemas nuevos, incluye la formación de conceptos e inferencias, clasificación, generación y evaluación de hipótesis, identificación de relaciones, comprensión de implicaciones, extrapolación y transformación de información (McGrew, 2009; McGrew & Evans, 2004; Kane & Gray, 2005). En cambio, Gc se refiere a la riqueza, amplitud y profundidad del conocimiento adquirido (Cattell, 1963, 1971;

* Correspondencia: Yaser Ramírez-Benítez (MSc). Profesor asistente e Investigador auxiliar. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. Dirección: Carretera Central, 4 Caminos, Cienfuegos, Cuba. Correo: yaser@citmacfgu.cu, yramirezbenitez@gmail.com.

Horn, 1991). Según Ackerman (1996), Gf y Gc son dos capacidades generales (*inteligencia como proceso vs inteligencia como conocimiento*), que están involucradas en el funcionamiento cognitivo.

Se plantea que Gf constituye la base de Gc, en tanto hace posible la adquisición de habilidades y conocimientos (Cattell, 1971). La relación entre Gf y Gc es explicada por Cattell a través de la llamada teoría de la inversión. Esta postula que la capacidad máxima de aprendizaje de un niño depende de los niveles de Gf, siempre y cuando las tareas demanden la comprensión de relaciones complejas, tales como la lectura, la aritmética y el razonamiento abstracto (Cattell, 1987). De este modo, los niveles de Gf se invierten en el proceso de aprendizaje para adquirir habilidades y conocimientos, esencialmente en los inicios de la etapa escolar. En este sentido, la teoría establece que Gf es más importante que Gc en los primeros años escolares, pues garantiza la adquisición de conocimientos, en tanto Gc muestra un impacto más tardío en el desarrollo (Horn & Hofer, 1992). Algunos autores han encontrado evidencia empírica que sustenta la teoría de la inversión (Ritchie, Bate & Plomin, 2015; Stevenson et al, 2014; Van Bergen et al, 2013; Primi, Ferrao & Almeida, 2010; Valentin & Gustafsson, 2008; Almeida et al, 2008). Otros, por el contrario, sugieren que debe ser revisada (Kan, Kievit, Dolan & Van der Maas, 2011; Keith & Reynolds, 2010), esencialmente porque el efecto temprano de Gf sobre Gc ajusta estadísticamente mejor cuando las tareas de Gc se analizan por separadas que cuando se analizan como un solo constructo. De esta manera, Gf tiene influencia significativa sobre las habilidades verbales, cuantitativas y académicas por separadas, pero no como un constructo unido (Ferrer & McArdle, 2004). Por otra parte, según la teoría de la inversión, Gc explica mejor las diferencias individuales en la edad adulta que Gf, por tanto, Gc tiene una mayor influencia en la edad adulta para solucionar problemas intelectuales que Gf. Sin embargo, un estudio transcultural, con más de 3 500 adultos, informó que las diferencias individuales entre los sujetos (suecos, emigrantes europeos, emigrantes no europeos) se establecen mejor por Gf que por Gc (Valentin & Gustafsson, 2008). De esta manera, Gf es el principal factor causal de las diferencias individuales en la edad adulta y no Gc, lo cual no es consistente con la teoría de la inversión.

La inteligencia ha mostrado fuerte relación con el rendimiento académico en múltiples estudios (Pina et al, 2014; Primi, Ferrao & Almeida, 2010; Vukovic & Lesaux, 2013; Archibald et al, 2013; Alloway & Passolunghi, 2011; Neisser y col, 1996), de hecho, constituye la variable psicológica que más varianza explica en el rendimiento escolar en todas las edades (Staffa, Hoganc & Whalley, 2014; Kaufman, Kaufman, Liu & Johnson, 2009). Estudios longitudinales han encontrado a la inteligencia como un factor determinante para adquirir las habilidades académicas en los primeros años escolares (Van Bergen et al, 2012, 2013; Floyd et al, 2012; Primi, Ferrao & Almeida, 2010; Almeida et al, 2008). Asimismo, se ha investigado la influencia de Gf y Gc en el aprendizaje académico. Ambas habilidades, tanto Gf como Gc, se ha visto relacionada con el rendimiento en tareas de lectura y matemática (Ritchie, Bate & Plomin, 2015; Stevenson et al, 2014; Pina et al, 2014; Tong & Fu, 2013; Vukovic & Lesaux, 2013; Archibald et al, 2013; Van Bergen et al, 2013), no obstante algunos autores han encontrado que la influencia de Gc sobre la habilidad matemática en la etapa escolar es significativa solo cuando se presenta las tareas matemática de manera oral (Pina et al, 2014; Vukovic & Lesaux, 2013).

De esta forma, el efecto de la inteligencia sobre el aprendizaje escolar, ya sea Gf o Gc, está determinado por el tipo de prueba que se aplique y su validez dentro del contexto cultural. Considerando este argumento, la presente investigación pretende responder al problema de la teoría de la inversión desde dos instrumentos validados en nuestro contexto cultural. El estudio pretende responder al problema científico ¿Cuál de las inteligencias, Gf o Gc, tiene mayor contribución sobre el rendimiento académico del niño escolar? Considerando lo planteado, la investigación propone el siguiente objetivo: Determinar la contribución única de las habilidades fluidas y cristalizadas, medidas a través de los instrumentos validados en nuestro contexto cultural, en el rendimiento académico de los niños escolares.

Método

Muestra

Los niños se evaluaron en escuelas de enseñanza regular y especial de las provincias Matanzas y Cienfuegos, Cuba. La muestra incluye niños positivos y negativos para el trastorno de interés: Retraso Mental. El criterio de selección en la enseñanza regular fue: niños evaluados por la educadora con calificaciones de Mal y Regular en las materias escolares, esencialmente en lectura, escritura y matemática; y excluidos los niños con evaluación de bien y excelente. El criterio de selección en la enseñanza especial fue: niños con

diagnóstico de retraso mental ligero; y excluidos los niños con retraso mental moderado y profundo.

Tabla 1. Descripción de la muestra.

| Grado | Total | Enseñanza | | Género | Edad | |
|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|
| | | Especial | Regular | | F | Media |
| 2 | 20 | 7 | 13 | 1 | 7,1 | 0,22 |
| 3 | 20 | 14 | 6 | 9 | 8 | 0,15 |
| 4 | 20 | 9 | 11 | 4 | 9,1 | 0,2 |
| 5 | 20 | 10 | 10 | 9 | 10,1 | 0,22 |
| 6 | 20 | 11 | 9 | 6 | 11 | 0,18 |
| Total | 100 | 51 | 49 | 29 | 9,09 | 1,4 |

Descripción de las técnicas

Escala de Capacidad Intelectual (ECI): Prueba diseñada para la evaluación de la inteligencia fluida en niños cubanos de edades comprendidas entre los 7 y 11 años (Amor, 2011). Está constituida por 36 problemas de matrices estilo prueba de Raven. Cada uno de ellos consiste en una figura incompleta que el niño debe completar, seleccionando una de seis alternativas posibles. Por cada respuesta correcta se otorga un punto y se recoge una puntuación total en la ejecución del test (36 puntos).

Analogías verbales (AV): Prueba con un formato clásico A es a B como C es a D. Ejemplo “Guitarra es a Cuerda como Piano es a Tecla”. El niño debe seleccionar la respuesta correcta entre cuatro opciones (D, E, F, G), los demás son distractores. Se califica sumando un punto por cada respuesta correcta. La prueba A se les aplicó a los niños de 7 - 9 años (Ramírez - Benítez, 2016). En los niños con 10 - 11 años se aplicó la prueba B (Ramírez - Benítez, 2016).

Fluidez matemática (Fm): Está compuesta por 100 ítems donde se presentan operaciones matemáticas de suma, resta y multiplicación de números entre 1 y 9 (Ramírez - Benítez, 2016). Los niños deben contestar correctamente todos los incisos que puedan en un tiempo de 3 minutos. Se califica sumando un punto por cada respuesta correcta. La sumatoria de los puntos se divide entre 100, que es la cantidad total de ítems de la prueba.

Fluidez de la lectura en silencio (Fls): Consiste en la presentación de un texto escrito en letras mayúsculas donde se han eliminado los espacios entre palabras y los signos de puntuación (Ej. TODOSLOSANIMALESDELBOSESEREFUNIERON). La tarea tiene como objetivo utilizar indicadores de la competencia lectora en silencio (la identificación de palabras, significado de las palabras, construcción de palabras, estructura oracional, comprensión y fluidez) como medidas de las habilidades de los estudiantes para el reconocimiento de palabras con precisión y eficiencia (Hammil & cols, 2006). La tarea del niño consiste en trazar una línea vertical cada vez que identifique una palabra en un tiempo controlado de 3 minutos. La tarea se inicia con un texto breve de entrenamiento. En el caso de los niños de 7 y 8 años, se realiza el entrenamiento en la pizarra y después en la hoja. La puntuación de la tarea se calcula sumando el total de palabras identificadas correctamente por el niño. Los textos se tomaron de las pruebas de español, elaboradas por el Instituto Central de Ciencias Pedagógicas de la Habana, Cuba (ICCP) para los grados segundo, tercero, cuarto y quinto de la enseñanza primaria.

Procedimiento

Las pruebas de inteligencia se aplicaron primero que las pruebas académicas. Se aplicó ECI, después AV. Las pruebas de lectura y matemática se aplicaron de forma colectiva por grupos de edades. Los niños no son informados del tiempo de que disponen para realizar la prueba. El investigador indica el momento de comenzar y de terminar la tarea. Ambas pruebas fueron aplicadas en un aula con buena iluminación y tranquilidad.

Procedimiento estadístico

1. Análisis de correlación entre las variables académicas e intelectuales.
2. Análisis de Regresión Jerárquica, con el objetivo de determinar la contribución única de las pruebas de inteligencia (ECI y AV) para explicar el rendimiento académico.

Resultados

Correlación entre las variables intelectuales y académicas

El análisis de correlación entre las variables intelectuales y académicas mostró una alta correlación entre la ECI y la lectura ($r = 0,52$ $p < 0,01$) y entre la ECI y las matemáticas ($r = 0,53$ $p < 0,01$). Igualmente, las AV mostraron una significativa correlación con la lectura ($r = 0,67$ $p < 0,01$) y las matemáticas ($r = 0,47$ $p < 0,01$) (Ver tabla 2).

Tabla 2. Correlación entre las variables intelectuales y académicas.

| Variables | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1- Edad | 1 | 0,043 | ,338(**) | ,669(**) | ,303(**) | ,331(**) | ,520(**) | ,473(**) |
| 5- ECI | ,303(**) | ,607(**) | ,553(**) | ,545(**) | 1 | ,634(**) | ,529(**) | ,537(**) |
| 6- AV | ,331(**) | ,526(**) | ,580(**) | ,495(**) | ,634(**) | 1 | ,677(**) | ,470(**) |
| 7- Lectura | ,520(**) | ,436(**) | ,501(**) | ,624(**) | ,529(**) | ,677(**) | 1 | ,586(**) |
| 8- Matemática | ,473(**) | ,431(**) | ,481(**) | ,588(**) | ,537(**) | ,470(**) | ,586(**) | 1 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

Regresión jerárquica

Se realizaron análisis de regresión jerárquica para determinar la contribución única de la ECI y la AV en la predicción de las habilidades académicas (lectura y matemáticas). Se controló el efecto de la edad de los niños en todos los análisis.

La medida de inteligencia cristalizada, en este caso la prueba AV, constituye un predictor significativo de la fluidez de la lectura en silencio controlado el efecto de la inteligencia fluida (ECI), como se muestra en la tabla 15, modelo 2a. Los resultados valores indican que la inteligencia cristalizada (AV) puede explicar el 56,4% de la varianza en la fluidez de la lectura en silencio. Por el contrario, la inteligencia fluida (ECI), no tiene una contribución significativa en la explicación de la fluidez en la lectura en silencio una vez controlado el efecto de la AV, como se muestra en el modelo 1a.

Por otra parte, el valor de inteligencia fluida, medida obtenida a través de la prueba ECI, constituye un predictor significativo de las habilidades matemáticas cuando se controla el efecto de la inteligencia cristalizada (AV), como se muestra en la tabla 15, modelo 1b. Los resultados indican que la ECI explica el 40,6% de la varianza en la fluidez matemática. Por el contrario, la AV, no tiene una contribución significativa en la explicación de la fluidez matemática una vez controlado el efecto de la ECI, como se muestra en el modelo 2b.

Tabla 3. Resultados de la regresión jerárquica entre variables intelectuales y académicas.

| Fluidez Lectora | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|-------------|------|
| Modelo 1a | R2 | Cambio en F | Sig. | Modelo 2a | R2 | Cambio en F | Sig. |
| Edad | 0,273 | 36,883 | 0 | Edad | 0,273 | 36,883 | 0 |
| AV | 0,561 | 63,449 | 0 | ECI | 0,428 | 26,178 | 0 |
| ECI | 0,564 | 1,76 | 0,188 | AV | 0,564 | 31,313 | 0 |

| Fluidez Matemática | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|-------------|-------|
| Modelo 1b | R2 | Cambio en F | Sig. | Modelo 2b | R2 | Cambio en F | Sig. |
| Edad | 0,228 | 28,957 | 0 | Edad | 0,228 | 28,957 | 0 |
| AV | 0,339 | 16,35 | 0 | ECI | 0,401 | 27,963 | 0 |
| ECI | 0,406 | 11,603 | 0,001 | AV | 0,406 | 1,905 | 0,171 |

Discusión

En este punto de la investigación se estudia la importancia de la inteligencia en la enseñanza escolar, esencialmente se investiga la influencia que ejerce Gf y Gc, medidas obtenidas por la prueba ECI y la prueba AV respectivamente, sobre el desarrollo de la lectura y la matemática.

La relación entre la inteligencia y el rendimiento escolar es un tema abordado desde los inicios de la psicología, sin embargo, las investigaciones actuales con un enfoque psicométrico (Kan, Kievit, Dolan & Van der Maas, 2011; Keith & Reynolds, 2010; Valentin & Gustafsson, 2008) abogan por defender esta relación desde la teoría de la inversión de Cattell (1963), esencialmente porque en la práctica educativa se valora el rendimiento intelectual del niño basada en prueba que mida Gf y Gc. Según Cattell, la capacidad de aprendizaje de un niño depende de los niveles de Gf, y así, también la cantidad de conocimientos y habilidades que puede adquirir, es decir, Gc

(Cattell, 1963). De esta manera, Gf constituye la habilidad fundamental que influencia la capacidad del aprendizaje, al menos en los primeros años escolares, mientras que Gc comienza un impacto más tarde en el desarrollo (Horn & Hofer, 1992).

En la presente investigación se muestran dos resultados de interés que son inconsistentes con la teoría de la inversión de Cattell. Primeramente, la habilidad cristalizada tiene una contribución significativa en la explicación del rendimiento lector, controlado estadísticamente el efecto de la habilidad fluida, pero no en el rendimiento matemático. Asimismo, en un segundo resultado, la habilidad fluida tiene una contribución significativa en la explicación del rendimiento matemático, una vez controlado el efecto de la habilidad cristalizada. Por el contrario, no tiene una contribución significativa en el rendimiento lector.

El primer resultado de la investigación muestra la fuerte influencia que ejerce Gc sobre la lectura, lo cual se sostiene en otras investigaciones (Song et al, 2015; Archibald et al, 2013; Van Bergen et al, 2012, 2013; Floyd et al, 2012; Hayiou-Thomas et al, 2010; Torppa et al, 2010). Fundamentalmente, los autores explican el efecto predictor Gc – lectura por la fuerte relación entre el rendimiento lector con las habilidades del lenguaje, pues suponen un solapamiento entre el sistema cognitivos de la lectura con el sistema del lenguaje. Asimismo, un estudio longitudinal mostró la importancia que tienen los valores de Gc para predecir el rendimiento en la lectura (Van Bergen et al, 2013). Los autores recomiendan los valores de Gc a los 4 años para pronosticar el desarrollo lector a los 8 años, no obstante, reconocen el efecto de Gf para pronosticar las habilidades académicas, tanto en el rendimiento lector como matemático. En este sentido, y considerando la revisión de otras investigaciones, Gf es importante para adquirir la lectura en la etapa escolar, tanto como Gc, pues aporta elementos generales de la cognición (Ritchie, Bate & Plomin, 2015; Tong & Fu, 2013; Almeida et al, 2008). En relación a esto, la presente investigación muestra positivas y significativas correlaciones entre Gf – lectura, sin embargo, el modelo de regresión jerárquica indicó a Gf con baja posibilidad para pronosticar el rendimiento de la lectura cuando se controla estadísticamente el efecto de Gc.

La baja influencia de Gf sobre la lectura podría estar relacionada con la tarea académica utilizada para medir la lectura, pues las investigaciones revisadas obtuvieron los valores de manera diferente al presente estudio. Básicamente, las tareas académicas aplicadas por otras investigaciones, tanto de la lectura como de la matemática, fueron los exámenes curriculares de la escuela, esencialmente valores anuales o bi- anual obtenidos en los expedientes académicos (Ritchie, Bate & Plomin, 2015; Stevenson et al, 2014; Tong & Fu, 2013; Almeida, 2008), aunque algunos estudios agregaron además test de efectividad lectora (Ritchie, Bate & Plomin, 2015). Por el contrario, en el presente estudio se mide el rendimiento lector desde una tarea de fluidez lectora, la cual tiene límites de tiempo para ejecutarse y la forma en que se presentan los estímulos podrían ser difíciles para los niños que se inician en la lectura, esencialmente en 2do grado. De esta forma, la tarea de fluidez lectora, por sí sola, podría no representar el estado actual de la habilidad lectora en los grados escolares iniciales, por tanto, es una condición a considerar en fases posteriores de la investigación. Aun así, el autor del presente estudio reconoce el efecto de Gf sobre la lectura, pues en la medida que se lee, se organiza nueva información, se comprende y se consolidan conceptos y conocimientos nuevos.

Por otra parte, la influencia de Gc sobre la matemática no es significativa en la presente investigación, lo cual es consistente con estudios anteriores (Almeida et al, 2008; Primi, Ferrao & Almeida, 2010). Estos autores mostraron la efectividad de las pruebas de razonamiento espacial y numérico como predictores de la habilidad matemática en la etapa escolar, no así, con pruebas de razonamiento analógico verbal. Por el contrario, otros estudios han reportado el alto valor predictivo de Gc sobre la habilidad matemática cuando el problema matemático se presenta de manera oral, esencialmente con tareas como series numéricas (Ej. 2 – 4 – 6 - ¿?) y problemas aritméticos con el uso de funciones matemáticas básicas (Ej. Pedro tiene 8 caramelos y quiere darle la mitad a Raúl ¿Cuántos caramelos tiene Raúl y Pedro? (Pina et al, 2014; Vukovic & Lesaux, 2013; Archibald et al, 2013; Alloway & Passolunghi, 2011; Fuchs et al, 2010). De esta forma, el niño responde al problema matemático realizando cálculos de manera oral. Este argumento podría ser una posible explicación a la baja contribución de Gc sobre el rendimiento matemático, puesto que la tarea utilizada en el presente estudio para evaluar el cálculo (Fluidez matemática) no se presentó de manera oral. Resultados similares son reportados por Pina y colaboradores (2014), donde el subtest de Vocabulario de la prueba de Kaufman, no fue un predictor significativo del cálculo cuando se controla estadísticamente el efecto de Gf, pues la tarea utilizada fue fluidez matemática, la cual no se presenta de manera oral. Sin embargo, en la misma investigación, el subtest de Vocabulario mostró contribución única sobre la

habilidad matemática cuando se evaluaban con la prueba Concepto cuantitativo, test de la prueba en español Woodcock-Johnson III, y con la prueba Aritmética, test de la versión en español del WISC-IV, ambas presentadas de forma oral. De este modo, los autores sugieren fuerte influencia de Gc sobre el rendimiento matemático cuando el problema a resolver se presente de manera oral y no exista apoyo visual. En este sentido, el lenguaje podría ser una variable mediadora entre la influencia de Gc y la habilidad matemática, tal y como refieren algunos autores (Gifford & Rockliffe, 2012; LeFevre et al, 2010), lo cual es un resultado importante en el contexto educacional, pues los niños con problemas en el lenguaje también presentan dificultades en las matemáticas (Cirino, et al, 2015; Swanson, Lussier & Orosco, 2015; Geary, 2011).

Por lo tanto, Gc tiene una fuerte influencia sobre el desarrollo de la lectura en silencio, lo cual es importante en el contexto escolar, pues los niños con bajo rendimiento en AV podrían presentar problemas en el desarrollo lector y en consecuencia sería oportuno programar acciones tempranas de estimulación cognitiva. Por otra parte, la baja contribución de Gc sobre la habilidad matemática podría ser revisada en fases posteriores de la investigación con otras tareas de rendimiento matemático. De esta forma, se podría estudiar el efecto mediador del lenguaje entre Gc – matemática, pues garantiza diferenciar la influencia entre tareas matemáticas en forma oral y otras tareas presentadas con apoyo visual. Además, se podría investigar niños con problemas en el lenguaje y relacionar esta dificultad con el rendimiento matemático a través de la AV.

En relación a la influencia de Gf sobre la habilidad matemática, estudios longitudinales reflejan la importancia de Gf para explicar el rendimiento matemático en la edad escolar (Pina et al, 2014; Primi, Ferrao & Almeida, 2010; Hambrick et al., 2008), así como estudios multivariados (Floyd, Evans, & McGrew, 2003; McGrew, 2008; Taub, Floyd, Keith & McGrew, 2008; Watkins, Lei & Canivez, 2007; Williams & Pearlberg, 2006). Los resultados del presente estudio son consistentes con estas evidencias. Asimismo, Almeida y colaboradores (2008) mostraron fuerte influencia de las tareas de razonamiento analógico (espacial, numérico) sobre el rendimiento matemático desde 5to a 12do grado, lo cual indica que los niveles de Gf son esenciales para pronosticar el rendimiento matemático a finales de la etapa escolar. En iguales condiciones, Primi, Ferrao & Almeida (2010), en un estudio longitudinal, indicaron a las tareas de razonamiento analógico numérico y espacial como mejores predictores del cálculo comparado con la tarea de razonamiento verbal. Los niños con mejores rendimientos en las tareas de razonamiento numérico y espacial en el 4to – 6to grado obtuvieron mejores desempeños en la habilidad matemática dos años después.

Finalmente, Gf es un fuerte predictor de la habilidad matemática en la etapa escolar, y al mismo tiempo la tarea que propone la investigación para medirla es de aplicación rápida y fácil. De esta manera, la prueba ECI es una opción para detectar alteraciones intelectuales y a la vez una alternativa para organizar estrategias de intervención temprana, esencialmente adoptar medidas educativas oportunas para apoyar el aprendizaje de la habilidad matemática en niños escolares con bajos resultados en ella. Además, sería pertinente revisar la contribución de Gf sobre la lectura utilizando otras tareas de rendimiento lector, pues la tarea de fluidez lectora podría no reflejar el desarrollo de la habilidad lectura en los niños, fundamentalmente en los grados iniciales.

De manera general, los resultados aportados por el presente estudio, respecto a la importancia de la inteligencia en el rendimiento académico, tienen implicaciones para la práctica educativa. La primera está relacionada con la influencia de Gc sobre la habilidad de lectura en silencio del niño escolar, así se podría detectar niños con bajos resultados en la prueba AV y organizar tareas de estimulación que compensen las dificultades lectoras. En iguales condiciones, Gf tiene una fuerte influencia sobre la habilidad matemática y, en consecuencia, se podría detectar los niños con bajos resultados en la prueba ECI y realizar acciones educativas diferenciadas a favor de mejorar su desempeño.

La segunda implicación práctica tiene relación con las tareas cognitivas que propone el presente estudio para medir la inteligencia fluida y cristalizada. Las pruebas están diseñadas para medir las habilidades en el contexto cubano, lo cual garantiza una mejor estimación del rendimiento intelectual del niño cubano, así como la detección de las alteraciones en la etapa escolar. Igualmente, las pruebas son fáciles y rápidas de aplicar, por tanto, se dispone de menos recursos materiales para detectar las alteraciones intelectuales en el niño escolar y aumentan los especialistas que pueden aplicar estas tareas.

Conclusiones

La inteligencia humana es sin dudas un tema discutido por la comunidad científica desde los inicios de la psicología y revisados por expertos en varias

ocasiones. Pese a las críticas que se le atribuye al enfoque psicométrico de la inteligencia y a los test mentales, se reconoce que la inteligencia se puede medir y el test psicométrico es la única herramienta disponible para detectar alteraciones intelectuales. Asimismo, se destaca su importancia para prever el éxito escolar. En este sentido, el presente estudio cumple con un objetivo práctico al proponer dos instrumentos de inteligencia para detectar alteraciones intelectuales en el niño escolar.

Ambos instrumentos responden a la necesidad de contar con pruebas de inteligencia diseñadas y validadas en escuelas cubanas, las cuales son apropiadas para economizar recursos personales y temporales, por ser fáciles de aplicar y de rápida ejecución. Asimismo, ambas prueban tienen una fuerte relación con el rendimiento académico, el cual podría ser una herramienta efectiva para indicar acciones educativas oportunas y evitar el fracaso escolar.

Recomendaciones

La presente investigación recomienda, en fases posteriores, efectuar un estudio de contribución específica de las tareas ECI y AV donde se muestre las contribuciones en cada edad escolar, por tanto, se debe aumentar la muestra por edades. Igualmente, se debe seleccionar las puntuaciones de las habilidades académicas en el expediente académico del niño, pues así se podrá obtener una medida más objetiva del desarrollo de las habilidades escolares.

Referencias

- Almeida LS, Guisande MA, Primi R, Lemos G. (2008). Contribuciones del factor general y de los factores específicos en la relación entre inteligencia y rendimiento escolar. *European Journal of Education and Psychology*. 1(3): 5-16.
- Ackerman, P. L. (1996). A theory of intellectual development: Process, personality, interests, and knowledge. *Intelligence*, 22, 227–257.
- Amor Díaz V. (2011). Diseño de instrumentos de evaluación de la capacidad intelectual en la edad escolar. Tesis en opción al título académico de Máster en Neurociencias Mención: Neurociencias Cognitivas. Centro de Neurociencias de Cuba.
- Archibald LMD, Oram Cardy J, Joanisse MF, Ansari D (2013) Language, Reading, and Math Learning Profiles in an Epidemiological Sample of School Age Children. *PLoS ONE* 8(10): e77463. doi: 10.1371/journal.pone.0077463
- Alloway, T.P, Passolunghi, M.C.(2011).The relations between working memory and arithmetical abilities: a comparison between Italian and British children. *Learn. Individ. Differ.* 21, 133 – 137 doi: 10.1016/j.lindif.2010.09.013
- Brooker BH, Cyt JJ. (1986). Tables for clinicians to use to convert WAIS-R short forms. *Journal of Clinical Psychology*. 42: 983.
- Cirino PT, Fuchs LS, Elias JT, Powell SR, Schumacher RF. (2015). Cognitive and Mathematical Profiles for Different Forms of Learning Difficulties. *J Learn Disabil.* 48 (2): 156-175.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54: 1–22.
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Cattell, R. B. (1987). *Intelligence: Its structure, growth and action*. New York: North-Holland.
- Floyd, R; Meisinger, E; Gregg, N; Keith, T. (2012). An Explanation of Reading Comprehension across Development Using Models from Cattell-Horn-Carroll Theory: Support for Integrative Models of Reading. *Psychology in the Schools*. 49 (8): 725-743.
- Floyd, R. G., Evans, J. J., & McGrew, K. S. (2003). Relations between measures of Cattell– Horn–Carroll (CHC) cognitive abilities and mathematics achievement across the school-age years. *Psychology in the Schools*, 40, 155–171.
- Fuchs LS, Geary DC, Compton DL, Fuchs D, Hamlett CL, Seethaler PM, Bryant JD, Schatschneider Ch. (2010). Do Different Types of School Mathematics Development Depend on Different Constellations of Numerical versus General Cognitive Abilities? *Dev Psychol.* 46(6): 1731–1746.
- Ferrer, E & McArdle, J J. (2004). An experimental analysis of dynamic hypotheses about cognitive abilities and achievement from childhood to early adulthood. *Developmental Psychology*. 40: 935 - 952.
- Fernández Ballesteros R. (1995). Introducción a la evaluación psicología I. Evaluación de la inteligencia desde el enfoque Binet-Terman-

- Wechsler. Pág. 349-383. Ediciones Pirámides. Madrid España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=565584>.
- Geary DC. (2011). Consequences, Characteristics, and Causes of Mathematical Learning Disabilities and Persistent Low Achievement in Mathematics. *J Dev Behav Pediatr.* 32(3): 250–263.
- Gifford S, Rockliffe F. (2012). Mathematics difficulties: does one approach fit all? *Res. Math. Educ.* 14, 1–15. doi:10.1080/14794802.2012.657436
- Horn, J. L. (1991). Measurement of intellectual capabilities: A review of theory. In K. S. McGrew, J. K. Werder, & R. W. Woodcock (Eds.), *WJ-R technical manual* (pp. 197–232). Chicago: Riverside.
- Horn, J. L., & Hofer, S. M. (1992). Major abilities and development in the adult period. In R. J. Sternberg & C. A. Berg (Eds.), *Intellectual development* (pp. 44-99). Boston, MA: Cambridge University Press.
- Horn, J. L., & Noll, J. (1997). Human cognitive capabilities: Gf-Gc theory. In D. P. Flanagan, J. L. Genshaft, & P. L. Harrison (Eds.). *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 53-91). NY: Guilford.
- Hayiou-Thomas, M. E., Harlaar, N., Dale, P. S., & Plomin, R. (2010). Preschool speech, language skills, and reading at 7, 9, and 10 years: Etiology of the relationship. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53(2), 311–332. doi:10.1044/1092-4388(2009/07-0145
- Hambrick, D. Z., Pink, J. E., Meinz, E. J., Pettibone, J. C., & Oswald, F. L. (2008). The roles of ability, personality, and interests in acquiring current events knowledge: A longitudinal study. *Intelligence*, 36, 261–278.
- Hammil, D.D., Wiederholt, J. L., & Allen, E. A. (2006). *Test of silent contextual reading fluency*. Austin, TX: PRO-ED.
- Kaufman AS, Kaufman JC, Liu X, Johnson Ch K. (2009). How do Educational Attainment and Gender Relate to Fluid Intelligence, Crystallized Intelligence, and Academic Skills at Ages 22–90 Years? *Arch Clin Neuropsychol.* 24 (2): 153-163.
- Kan KJ, Kievit R, Dolan C, van der Maas H. (2011). On the interpretation of the CHC factor Gc. *Intelligence.* doi: 10.1016/j.intell.2011.05.003
- Kane, M. J. & Gray, J. R. (2005). Fluid intelligence. In N. J. Salkind (Ed.). *Encyclopedia of Human Development*, 3, 528–529.
- Keith TZ, Reynolds MR. (2010). Cattell Horn Carroll abilities and cognitive tests: What we've learned from 20 years of research. *Psychology in the Schools*, Vol. 47(7): 635 – 650.
- LeFevre J, Fast L, Skwarchuk S, Smith-Chant B L, Bisanz J, Kamawar D, et al. (2010). Pathways to mathematics: Longitudinal predictors of performance. *Child Development*, 81, 1753–1767, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01508.x>.
- McGrew, K. S. (2008). CHC COG-ACH correlates meta-analysis (Institute for Applied Psychometrics). Retrieved [07/15/2008], from <http://www.iapsych.com/chcco-gachmeta/map.htmrow>.
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: Standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37, 1–10.
- McGrew, K. S., & Evans, J. J. (2004). Internal and external factorial extensions to the Cattell–Horn–Carroll (CHC) theory of cognitive abilities: A review of factor analytic research since Carroll's Seminal 1993 Treatises. St. Cloud, MN: Institute for Applied Psychometrics.
- Neisser U, e. al. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist.* 51: 77-101.
- Pina V, Fuentes IJ, Castillo A, Diamantopoulou S. (2014). Disentangling the effects of working memory, language, parental education, and non-verbal intelligence on children's mathematical abilities. 5 (415): 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2014.00415
- Primi, R., Ferrão, M. E. & Almeida, L. (2010). Fluid intelligence as a predictor of learning: A longitudinal multilevel approach applied to math. *Learning and Individual Differences*, 20, 446–451.
- Ramírez Benítez Amor Díaz V. (2016). *Diseño y validación de instrumento de evaluación de la capacidad intelectual en la edad escolar. Tesis en opción al título académico de Máster en Neurociencias Mención: Neurociencias Cognitivas.* Centro de Neurociencias de Cuba.
- Ritchie SJ, Bates TC, Plomin R. (2015). Does Learning to Read Improve Intelligence? A Longitudinal Multivariate Analysis in Identical Twins From Age 7 to 16. *Child Development.* 86 (1): 23–36.
- Stevenson CE, Bergwerff CE, Heiser WJ, Resing WCM. (2014) Working Memory and Dynamic Measures of Analogical Reasoning as Predictors of Children's Math and Reading Achievement. *Infant and Child Development.* 23: 51–66.
- Spearman, C. (1904). General intelligence, IQ objectively determined and measured. *American Journal of Psychology.* 15: 201–293.
- Spearman, C. E. (1927). *The Nature of "Intelligence" and the Principles of Cognition.* Londres: MacMillan.
- Swanson HL, Lussier CM, Orosco MJ. (2015). Cognitive Strategies, Working Memory, and Growth in Word Problem Solving in Children With Math Difficulties. *J Learn Disabilities.* 48 (4): 339-358.
- Song S, Su M, Kang C, Liu H, Zhang Y, McBride-Chang C, Tardif T, Li H, Liang W, Zhang Z, Shu H (2015). Tracing children's vocabulary development from preschool through the school-age years: An 8-year longitudinal study. *Dev Sci.* 18(1): 119–131.
- Staffa RT, Hogan MJ, Whalley LJ. (2014). Aging trajectories of fluid intelligence in late life: The influence of age, practice and childhood IQ on Raven's Progressive Matrices. *Intelligence.* 47 (Nov –Dec): 194–201.
- Torppa M, Lyytinen P, Erskine J, Eklund K, & Lyytinen H. (2010). Language development, literacy skills, and predictive connections to reading in Finnish children with and without familial risk for dyslexia. *Journal of Learning Disabilities.* 43(4), 308–321.
- Taub G E, Floyd R G, Keith T Z, & McGrew T Z. (2008). Effects of general and broad cognitive abilities on mathematics achievement. *School Psychology Quarterly*, 23, 187–198.
- Tong F, Fu T. (2013). Meta-Analysis of Fluid Intelligence Tests of Children from the Chinese Mainland with Learning Difficulties. *PLoS ONE* 8(11): e78311. doi: 10.1371/journal.pone.0078311
- Valentin, A. & Gustafsson, J. (2008). The relation between fluid intelligence and the general factor as a function of cultural background: A test of Cattell's Investment theory. *Intelligence*, 36, 422–436
- Vukovic RK, Lesaux NK. (2013). The relationship between linguistic skills and arithmetic knowledge. *Learning and Individual Differences.* 23, February: 87–91
- Van Bergen E, Jong PF, Maassen B, Krikhaar E, Plakas A, Van der Leij A. (2013). IQ of Four-Year-Olds Who Go On to Develop Dyslexia. *Journal Learning Disabilities.* <http://dx.sagepub.com/content/early/2013/03/14/0022219413479673>
- Van Bergen E, de Jong P F, Plakas A, Maassen B, & Van der Leij A. (2012). Child and parental literacy levels within families with a history of dyslexia. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(1), 28–36.
- Vega M. (2007). *Introducción a la psicología cognitiva II.* Editorial Felix Varela. Ciudad Habana, Cuba.
- Wechsler, D. (2005). *Escala de Inteligencia Wechsler para Niños IV (WISC-IV).* Madrid: TEA.
- Watkins, M. W., Lei, P., & Canivez, G. L. (2007). Psychometric intelligence and achievement: A cross-lagged panel analysis. *Intelligence*, 35, 59–68.
- Williams, B. A., & Pearlberg, S. L. (2006). Learning of three-term contingencies correlates with raven scores, but not with measures of cognitive processing. *Intelligence*, 34, 177–191.