

**Validez de contenido y análisis de ítems de la forma B del instrumento WRAT que evalúan  
habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años**

Programa de Psicología UNAB – Extensión UNISANGIL, Yopal

Facultad de Ciencias de la Salud

Universidad Autónoma de Bucaramanga Extensión UNISANGIL

El Yopal - Casanare

2022

**Validez de contenido y análisis de ítems de la forma B del instrumento WRAT que evalúan habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años**

Arialdo Cotinchara Walteros  
Laura Estefanía E. Pineda Galán  
Paola Andrea Avendaño Holguín  
Yulixa Dayanna Velandia Sanabria  
Vivian Andrea García Peña

Trabajo de Grado para optar al título de Psicólogo

Javier H. Parra Pulido

Maestría en Ciencias del comportamiento con orientación en Neurociencias.



Programa de Psicología UNAB – Extensión UNISANGIL, Yopal  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Autónoma de Bucaramanga – Fundación Universitaria de San Gil  
El Yopal - Casanare  
2022

Programa de Psicología

Universidad Autónoma de Bucaramanga Extensión UNISANGIL, Yopal



Red de Bibliotecas de la Fundación Universitaria de San Gil UNISANGIL Yopal.

**Repositorio Institucional:** <http://centuria.unisangil.edu.co/>

Fundación Universitaria de San Gil UNISANGIL - <http://www.unisangil.edu.co/>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Fundación Universitaria de San Gil UNISANGIL ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

Yo, Arialdo Cotinchara, dedico este trabajo a mi madre Lucia Cotinchara Walteros, quien ha sido mi apoyo incondicional durante este proceso académico, para formarme como futuro psicólogo profesional.

Yo Yulixa Dayanna Velandia Sanabria doy gracias a Dios, a mis padres Aldromed Sanabria y Francisco Velandia por darme la oportunidad de culminar mi proceso formativo acompañándome en el desarrollo de mis habilidades y afrontamiento de dificultades, para convertirme como psicóloga profesional. También a mi hermana María Velandia quien me brindó su confianza y apoyo incondicional. A ellos les dedico este proyecto como ofrenda por su paciencia y dedicación.

Yo Vivian García Peña dedico este trabajo principalmente a mis padres, que me brindaron la oportunidad de estudiar esta carrera, a mi padre Hernán García que me ha enseñado a ser disciplinada y cumplida con mis trabajos, gracias también porque me acompañaste en este proceso y ayudándome en cada cosa que lo necesitaba, a mi madre Olga Lucia Peña que me hizo una mujer responsable y dedicada con mis cosas, pero sobre todo por la compañía. Por último, también dedico este trabajo especialmente a mí, que me demostré que con esfuerzo y dedicación puedo lograr cada cosa que me proponga.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a todas las instituciones que nos brindaron su colaboración y acceso a los recursos requeridos para llevar a cabo la investigación realizada.

**Nota de aceptación**

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma de la Coordinación de Investigaciones del Programa**

---

**Firma de la Dirección del Programa**

---

## Tabla de contenido

Lista de tablas .....	11
Lista de figuras.....	12
Resumen.....	13
Abstract .....	14
Introducción .....	15
Planteamiento del problema.....	17
Pregunta de investigación .....	18
Justificación .....	19
Objetivos.....	22
Objetivo general.....	22
Objetivos específicos .....	22
Hipótesis .....	23
Hipótesis de trabajo.....	23
Hipótesis específicas.....	23
Bases teóricas.....	26
Antecedentes.....	26
Bases de datos .....	26

Descripción de los estudios.....	26
Marco teórico.....	38
Habilidades matemáticas en edades de 15 a 17 años.....	38
El desarrollo de las habilidades matemáticas en adolescentes.....	38
Habilidades esperadas en la adolescencia (Pruebas PISA y Criterios Nacionales).....	41
Problemas en las matemáticas en la adolescencia.....	42
Técnicas para evaluar habilidades matemáticas en adolescentes.....	44
Importancia de la validación de test en habilidades matemáticas.....	46
Procesos de validación de los test.....	47
Índices de dificultad de los test.....	52
Índices de discriminación.....	54
Test para evaluar habilidades matemáticas en Latinoamérica y Colombia.....	55
Uso del WRAT.....	56
Marco legal.....	58
Consideraciones éticas.....	60
Metodología.....	63
Tipo de investigación.....	63
Diseño de investigación.....	63

Población.....	63
Muestra .....	64
Muestreo .....	64
Criterios de inclusión y exclusión.....	65
Instrumentos.....	65
Para la selección de la muestra .....	65
Pruebas para la evaluación de variables.....	65
Procedimiento .....	68
Análisis de resultados .....	71
Cronograma.....	74
Resultados .....	76
Análisis descriptivos y caracterización de la muestra.....	76
Análisis de validez de contenido del WRAT forma b. ....	78
Análisis de ítems: índice de discriminación y dificultad del WRAT forma b. ....	80
Análisis de validez convergente del WRAT forma b. ....	81
Análisis de confiabilidad del WRAT forma b. ....	82
Efecto de variables sociodemográficas y obtención de los puntos de corte del WRAT forma b.....	82

Discusión.....	87
Conclusiones.....	93
Recomendaciones .....	94
Referencias.....	95
Anexo 1 .....	104

### Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tabla de variables implicadas en la investigación .....	24
<b>Tabla 2.</b> Interpretación de los índices de dificultad .....	54
<b>Tabla 3.</b> Coeficiente Kappa de Fleiss fuerza de concordancia .....	71
<b>Tabla 4.</b> Interpretación de los índices de discriminación.....	73
<b>Tabla 5.</b> Cronograma de actividades.....	74
<b>Tabla 6.</b> Estadísticos de frecuencia para variables categóricas.....	76
<b>Tabla 7.</b> Relación tipo de colegio con curso .....	77
<b>Tabla 8.</b> Relación curso con sexo.....	77
<b>Tabla 9.</b> Medidas de frecuencia del WRAT.....	78
<b>Tabla 10.</b> Coeficientes Kappa de Fleiss .....	79
<b>Tabla 11.</b> Índices de dificultad, discriminación y correlación bi-serial .....	80
<b>Tabla 12.</b> Alpha de Cronbach por dominio.....	82
<b>Tabla 13.</b> Comparación estadística para las variables sexo y tipo de colegio .....	83
<b>Tabla 14.</b> Análisis del efecto del curso, sobre el desempeño de la prueba total .....	84
<b>Tabla 15.</b> Cálculo de los percentiles de los tipos de colegio (publico/privado) y grados académicos .....	84

### Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Neuroimagen del modelo de procesamiento matemático de triple código. ....	40
<b>Figura 2.</b> Respuestas juez no. 1.....	104
<b>Figura 3.</b> Respuestas juez no. 2.....	108
<b>Figura 4.</b> Respuestas juez no. 3.....	111
<b>Figura 5.</b> Respuestas juez no. 4.....	115
<b>Figura 6.</b> Respuestas juez no. 5.....	118
<b>Figura 7.</b> Formato de consentimiento y asentimiento informado .....	121
<b>Figura 8.</b> Formato de historia clínica. ....	124
<b>Figura 9.</b> Solicitud de permiso para aplicación de instrumentos de evaluación en instituciones. .....	126

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades psicométricas de la prueba WRAT en su forma B, de evaluación de habilidades matemáticas en adolescentes, con respecto a la validez de contenido, el análisis de ítems y la confiabilidad. Esta investigación es de tipo cuantitativa con diseño descriptivo transversal de corte psicométrico, el cual permitió caracterizar las muestras, obtener datos normativos, validez de contenido y análisis de ítems de la forma B del instrumento WRAT, con una muestra por conveniencia de 500 adolescentes de 15 a 17 años de edad localizados en el departamento de Casanare bajo el marco de instituciones privadas y públicas, se aplicó la sub prueba de cálculo matemático de la forma B del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) y se implementó el formato de validación por jueces. Los resultados mostraron que la prueba presenta una alta consistencia interna catalogada como “buena” y una validez adecuada para ser aplicada en poblaciones. Así mismo, nos permitió ser pioneros en la validación de una prueba que evalúa las habilidades matemáticas en adolescentes. Por ende, la prueba es apropiada para ser utilizada en población colombiana y además identificar ciertos problemas matemáticos no solo desde la aritmética básica sino desde las fracciones, álgebra o contenidos que se esperan estar desarrollados en un adolescente.

**Palabras Clave:** Habilidades matemáticas, Validación, Índices de dificultad y discriminación, Confiabilidad, Adolescentes, Wide Range Achievement IV.

### **Abstract**

The present research aims to evaluate the psychometric properties of the WRAT test in its form B, for the assessment of mathematical skills in adolescents, with respect to content validity, item analysis and reliability. This is a quantitative research with a cross-sectional descriptive design of psychometric cut, which allowed characterizing the samples, obtaining normative data, content validity and item analysis of form B of the WRAT instrument, with a convenience sample of 500 adolescents from 15 to 17 years of age located in the department of Casanare under the framework of private and public institutions, the subtest of mathematical calculation of form B of the Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) was applied and the format of validation by judges was implemented. The results showed that the test presents a high internal consistency classified as "good" and an adequate validity to be applied in populations. It also allowed us to pioneer the validation of a test that assesses mathematical skills in adolescents. Therefore, the test is appropriate to be used in the Colombian population and to identify certain mathematical problems not only from basic arithmetic but also from fractions, algebra or contents that are expected to be developed in an adolescent.

**Key Words:** Mathematical skills, Validation, Difficulty and discrimination indexes, Reliability, Adolescents, Wide Range Achievement IV.

## **Introducción**

Las habilidades matemáticas se han considerado como un factor importante para el desarrollo cognitivo del ser humano. Es así que, a través de la historia diferentes ciencias se han enfocado en realizar estudios centrados en el razonamiento, el análisis y el pensamiento lógico deductivo frente a las matemáticas (Ramos 2021). Así mismo, las matemáticas permiten al individuo ser más competitivo en la asociación, realización e interpretación de los procedimientos numéricos, logrando así un mejor desempeño en las habilidades matemáticas (Vargas 2019).

En ese orden de ideas, los motivos de la realización del presente estudio fueron la estandarización y validación de una prueba, buscando que fuese una herramienta clave para la evaluación de habilidades matemáticas en población adolescente. Debido a que en la actualidad Colombia no cuenta con test suficientes para la evaluación de dichas habilidades (Zander et al., 2019). Según la OCDE (2019) Colombia en las últimas pruebas PISA se evidencio que tuvo un bajo puntaje en el área de matemáticas a diferencia de otros puntajes.

En la primera sección del presente trabajo, se encuentra la revisión de bases teóricas sobre las bases neurológicas vinculadas a las habilidades matemáticas en la adolescencia, posibles problemas y las áreas cerebrales implicadas que interfieren con el desarrollo de las mismas, junto a la importancia de los procesos de validación y confiabilidad de los test.

Por lo tanto, se realizaron estadísticos descriptivos y de frecuencia donde se obtuvo el porcentaje de sexo, edad, tipo de colegio, municipios y cursos. Como también, un análisis estadístico de Kappa de Fleiss para calcular la validez de contenido por juicio de expertos del

instrumento. Así mismo, se calculó los índices de discriminación por medio de una correlación bi-serial realizando el cálculo de cuartiles, determinando qué participantes pertenecían a un grupo superior o grupo inferior. Finalmente, se realizó un análisis de alfa de Cronbach donde se obtuvo la confiabilidad de la prueba y se determinaron los puntos de corte, se calculó la normalidad Kolmogorov- Smirnov y todos estos análisis se realizaron por medio del programa SPSS versión 25.

Por consiguiente, la estandarización del presente estudio se suma a la evaluación de las habilidades matemáticas relacionadas con aritmética, fracciones - álgebra básica y números racionales en adolescentes que oscilan entre los 15 a 17 años, de los grados noveno, décimo y once pertenecientes a colegios públicos y privados del departamento de Casanare.

En ese orden de ideas, la estandarización y validación del instrumento Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) nos permitió ser pioneros en el presente estudio, siguiendo los lineamientos acordes a lo estipulado en el marco legal y la ética profesional establecidos en la práctica de la investigación (consentimiento informado, carta de permiso e historia clínica) según la ley 1090 del 2006.

### **Planteamiento del problema**

Las habilidades matemáticas son la capacidad con la que contamos los seres humanos, para resolver problemas numéricos a través del uso del razonamiento lógico-deductivo, siendo importantes por su incidencia en el desarrollo de otras capacidades que no solo se resumen en el aula de clases o al ámbito académico (Borovik et al., 2007). Dentro de estas encontramos la capacidad para entender diferentes conceptos y así establecer relaciones basadas en la lógica esquemática, la comprensión de lo abstracto, la capacidad de razonar y planificar con base a la creación de hipótesis y el desarrollo progresivo de los tipos de pensamientos (Santos, 1996).

No obstante, a pesar de que son descritas como habilidades de importancia, en la población adolescente pueden existir índices altos en problemas matemáticos y diagnósticos tardíos relacionados con la discalculia (Matute et al., 2007). Incluso en población no patológica se ha identificado cómo los adolescentes refieren que pueden llegar a confundir la lectura y la escritura de números, así como realizar ecuaciones tales como las multiplicaciones (Tuston, 2009). Dichos índices son reflejados a través de los últimos resultados de las pruebas PISA en el año 2018, en donde la población adolescente colombiana obtuvo resultados en el área de matemáticas de 391 puntos que en comparación a otros países como China con 591 puntos y Singapur con 551, teniendo al menos una diferencia de más de 150 puntos (OCDE, 2019). Así mismo, alrededor del 35% de estudiantes colombianos alcanzaron el nivel 2 en competencias matemáticas, siendo la media de esta proporción del 76% según las cifras de la OCDE (MinEducación, 2019).

Por ende, contar con instrumentos que permitan evaluar habilidades matemáticas en adolescentes es indispensable, ya que ayuda a la detección temprana de problemas en las mismas, previniendo así que se vean afectados el razonamiento, el análisis y el pensamiento crítico frente a las matemáticas (Zander et al., 2019). Añadido a lo anterior, dichos instrumentos necesitan estar estandarizados en nuestro contexto poblacional, debido a que Colombia no cuenta con pruebas estandarizadas, diferentes al ICFES o las pruebas PISA, que permitan medir habilidades matemáticas en adolescentes, así como desde un enfoque de la cognición matemática, siendo el WRAT la prueba que cumple con este objetivo ya que es un sub test que permite evaluar las habilidades de cálculo matemático, a partir de la resolución y solución de problemas, empezando por resolver situaciones de un solo dígito y cada vez más complejos hasta llegar a cálculos de fracciones y álgebra (Vernucci et al., 2017).

### **Pregunta de investigación**

Por lo tanto, a partir de lo anteriormente expuesto, nos preguntamos ¿cuáles son las propiedades psicométricas de validez de contenido, índices de dificultad y discriminación que debe tener la prueba WRAT que evalúa las habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años?

## **Justificación**

Las habilidades matemáticas son la capacidad que tenemos los seres humanos para resolver problemas numéricos a través de otras habilidades como: entender diferentes conceptos, establecer relaciones basadas en la lógica esquemática, comprender lo abstracto, razonar y planificar diferentes escenarios (Montalvo et al. 2021). Sin embargo, en la población adolescente existen índices altos de problemas en habilidades matemáticas e incluso diagnósticos tardíos de trastornos en el aprendizaje de la población escolar, afectando así el desarrollo de habilidades matemáticas más complejas. Por ende, la importancia que existan habilidades en matemáticas apropiadas se debe a que se encuentran involucradas en el desarrollo intelectual de los adolescentes; en donde variables como lenguaje, estatus socioeconómico, actitudes y creencias sociales influyen en el desarrollo de las habilidades matemáticas (Silver et al., 2022).

Así mismo, el Ministerio de educación colombiano (MinEducación, 2021) menciona las pruebas PISA, las cuales evalúan ciertas áreas académicas, entre ellas las matemáticas. En este orden de ideas, en las últimas pruebas PISA realizadas en el año 2018 Colombia obtuvo un puntaje de 391 en el área de matemáticas, lo que quiere decir que nos encontramos lejos de alcanzar el promedio estándar de la OCDE que es de 489 puntos. Ahora bien, en la población adolescente existen índices altos de problemas matemáticos y diagnósticos tardíos de discalculia que oscilan entre 4 al 6% en población escolar (Matute et al., 2007). Pese a que hay ciertos índices prevalentes de trastornos relacionados al desempeño matemático, hacen falta pruebas neuropsicológicas y psicológicas que los puedan evaluar. Por ejemplo, estudios en países de

Latinoamérica refieren que hay un alto porcentaje de profesionales que afirman que no hay pruebas neuropsicológicas.

Fonseca et al. (2015) realizaron un estudio en México donde identificaron altas cifras sobre la falta de pruebas psicológicas y neuropsicológicas en donde, el 23% de profesionales en neuropsicología afirman que hay dificultades para tener acceso a las pruebas neuropsicológicas. También se identificó la falta de recursos profesionales, ya que el 37.4% de los neuropsicólogos en países de Latinoamérica identifica que hay una falencia de la cantidad de pruebas que se pueden tener para realizar diagnósticos. Así mismo, en el estudio de Rodríguez et al. (2018) llevado a cabo con profesionales de Puerto Rico, el 94% de los encuestados identificaron la falta de datos normativos en las pruebas neuropsicológicas y el 70% de ellos refirieron la falta de adaptación a la cultura de las baterías. Es importante agregar que si no hay las suficientes pruebas en Latinoamérica se pueden realizar diagnóstico que sean incorrectos.

Por lo que, la falta de investigaciones sobre las habilidades matemáticas denota la ausencia de pruebas que, a su vez, permitan valorar la cognición matemática en los adolescentes. Por ende, se ha evidenciado que no existe en Colombia y tampoco a nivel local (Casanare) investigaciones similares a la nuestra, que validen o estandaricen un instrumento sobre la cognición matemática. Por lo tanto, la falta de dichos antecedentes nos ha permitido ser pioneros en la primera validación de una prueba cuyo objetivo es evaluar habilidades matemáticas en adolescentes, así mismo, ser referentes teóricos de próximos estudios, como también hacer un aporte a los profesionales de la psicología por medio de la ciencia aplicada, ya que gracias a

nuestra validación futuros colegas podrán hacer uso de dicho test en diferentes contextos, como lo es el campo clínico, educativo, formativo e investigativo.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar las propiedades psicométricas de la prueba WRAT en su forma B, de evaluación de habilidades matemáticas en adolescentes.

### **Objetivos específicos**

Caracterizar las habilidades matemáticas en una muestra poblacional de estudiantes adolescentes de colegios públicos y privados, entre los 15 a 17 años.

Identificar la validez de contenido y la validez convergente de la forma B del instrumento WRAT, con base a los resultados de una prueba piloto en estudiantes adolescentes de 15 a 17 años.

Analizar los índices de dificultad y discriminación del instrumento WRAT en su forma B con base a los resultados de una prueba piloto en estudiantes adolescentes de 15 a 17 años.

Calcular la consistencia interna de la prueba WRAT en su forma B, en adolescentes de 15 a 17 años.

Establecer puntos de corte para identificar población adolescente con problemas y sin problemas en las habilidades matemáticas de aritmética, fracciones y álgebra.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis de trabajo**

La estandarización del instrumento WRAT en su forma B, que evalúan habilidades matemáticas en población colombiana adolescentes de 15 a 17 años de edad, arrojará valores significativamente altos en propiedades psicométricas de índices de discriminación, dificultad, confiabilidad y validez.

### **Hipótesis específicas**

Los ítems que conforman la forma B del instrumento WRAT serán significativos según el criterio de jueces.

Los índices de dificultad y discriminación de la subprueba del WRAT, tendrán una puntuación promedio, los cuales permitirán identificar las puntuaciones altas y bajas de los estudiantes.

La prueba WRAT en su forma B, demostrará una consistencia interna alta, ya que existirá coherencia entre el contenido del instrumento y la puntuación real de la población objeto de estudio.

Los puntos de corte establecidos en la estandarización de la prueba WRAT, serán significativos para la identificación de las habilidades matemáticas en adolescentes de colegios públicos y privados.

### **Variables**

A continuación, se describe cuáles son las variables del presente trabajo.

**Tabla 1.**

*Tabla de variables implicadas en la investigación.*

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Categoría/Rango</b>	<b>Medida dependiente</b>
<b>Habilidades matemáticas</b>	Según Vargas (2019) establece que las habilidades matemáticas están compuestas por como el estudiante asocia el significado de los objetos matemáticos, sus estructuras, procesamientos, formas de razonamiento, sentido del uso del conocimiento, lo que permite que el estudiante, con lo que conoce y sabe, logre realizar dichos procedimientos acordes a la edad.	Variable de tipo cuantitativa de intervalo	Se evalúa a partir de una prueba que consta de 40 ítems y se conforman en tres categorías evaluativas que son las siguientes: aritmética, números racionales, fracciones y algebra básica.	Se evalúa por medio de la escala WRAT, teniendo en cuenta de la prueba la puntuación directa.
<b>Cociente intelectual estimado</b>	Según Zapata-Zabala et al., (2012) es una puntuación que simboliza la inteligencia que se conforma por las habilidades complejas como: el pensamiento lógico, razonamiento y resolución de problemas; que se obtienen mediante la estandarización de Test que mida la inteligencia en el individuo.	Variable de tipo cuantitativa de intervalo	La escala de información (vocabulario) evalúa la inteligencia cristalizada que está conformada por 36 ítems y la subescala de matrices evalúa los procesos de inteligencia fluida compuesta por 35 ítems Sattler (2008).	Aplicando dos subescalas del instrumento WISC-IV y WAIS-IV teniendo en cuenta las puntuaciones directas y escalares, generando a partir de la combinación de las medidas obtenidas de las dos subescalas, la puntuación del coeficiente intelectual a través de las tablas Sattler (2008).
<b>Sexo</b>	Según la Real Academia Española, (2022) Es una categoría perteneciente	Variable de tipo cualitativa de categoría nominal.	Femenino Masculino	Es una variable sociodemográfica que se solicitan en la prueba WRAT.

<b>Variables</b>	<b>Definición</b>	<b>Tipo</b>	<b>Categoría/Rango</b>	<b>Medida dependiente</b>
	de identificación en el ser humano.			
<b>Edad</b>	Según la Real Academia Española, (2022) Es un indicador del tiempo que mide los años que se tiene en la actualidad contándose desde el día de su nacimiento.	Variable de tipo cuantitativa de intervalo.	15 a 17 años	Es una variable sociodemográfica que se solicitan en la prueba WRAT.
<b>Grado académico</b>	Según la Real Academia Española, (2022) Son grupos de estudio que lleva el estudiante en su etapa escolar, que a medida que pasan los años se va avanzando y así genera aprendizaje y enseñanza en los niños y jóvenes.	Variable de tipo cuantitativa de razón.	Noveno Décimo Once	Es una variable sociodemográfica que se solicitan en la prueba WRAT.
<b>Tipo de colegio</b>	Según la Real Academia Española (2022) Institución donde brindan enseñanza a los niños y jóvenes en su etapa de escolaridad, el cual se clasifican en dos tipos de colegios según el nivel de enseñanza.	Variable de tipo cualitativa de categoría nominal.	Público Privado	Es una variable sociodemográfica que se solicitan en la prueba WRAT.

**Fuente:** Elaboración propia.

## **Bases teóricas**

### **Antecedentes**

#### ***Bases de datos***

Se recurrió a bases de datos como Scopus, Google Académico, Science Direct, Latin index y Web of Science, empleando filtros como el uso de operadores boléanos (“y”, “o”, “si”, etc.). Así mismo se tuvo en cuenta palabras clave como validez, confiabilidad, propiedades psicométricas de un test, cognición matemática, coeficientes de confiabilidad y dificultad en los test para realizar la búsqueda.

Como criterios de inclusión para la búsqueda de la literatura se procuró que fuesen artículos con una antigüedad no máxima de 10 años desde su publicación, tesis de nivel de maestría, doctorado o por revistas de alto impacto no inferiores a categorías de cuartil 3.

#### ***Descripción de los estudios***

Bajo la temática de la cognición matemática contamos con dos antecedentes. El primero es el libro titulado “An Introduction to Mathematical Cognition” Gilmore et al., (2018) en Londres. Los autores compilaron una serie de investigaciones sobre los problemas cognitivos más destacados que afectan las habilidades matemáticas en los ciclos vitales de infancia y adolescencia, sustentada desde el campo de la psicología. A través de una revisión sistemática se describieron diferentes problemáticas frente al desarrollo adecuado de habilidades matemáticas como factores sociales, económicos, genéticos y aborda teorías del procesamiento matemático y cognición de la misma.

En segundo lugar, se encuentra el artículo nombrado “Prospective Mathematics Teachers' Cognitive Competencies on Realistic Mathematics Education” Rezan et al., (2020) en Turquía, cuyo objetivo era revelar el uso de la educación realista en las matemáticas en la actividad humana por docentes. Fue un estudio cualitativo que contó con una muestra de 32 docentes, en donde la recolección de datos se hizo a través de dos entrevistas semi estructuradas y se obtuvo como resultados que 28 docentes de los 32 conocía el término de la educación realista en las matemáticas y solo 18 lograron proveer un análisis correcto del término y el uso correcto del mismo. Concluyendo así, que sigue habiendo un problema contextual sobre el uso y conocimiento de la educación realismo en las matemáticas, lo cual imposibilita el uso de técnicas más prácticas para la enseñanza de las matemáticas.

Por otro lado, en un artículo titulado como “Evaluation of the effects of a virtual intervention programme on cognitive flexibility, inhibitory control and basic math skills in childhood education” realizado por Peralbo et al., (2020) en España, se centraron en analizar cómo el uso de los recursos digitales puede contribuir a mejorar la flexibilidad cognitiva, el control inhibitorio y las habilidades matemáticas básicas en educación infantil. Se utilizó un diseño factorial 3x2 con un factor inter-grupo a una muestra de noventa niños de entre 5 y 6 años de edad, se evaluaron las funciones ejecutivas por medio del flanqueo de Erikson y las habilidades matemáticas mediante el test TEDI-MATH donde un grupo recibió la intervención en formato digital, el otro grupo en formato lápiz y papel, por último, un grupo control sin intervención. Como resultado se evidenció que el grupo que recibió la intervención en formato digital obtuvo tiempos de reacción totales más cortos a comparación de los otros grupos. Es por

esto que, los datos obtenidos apoyan la idea de que es posible mejorar el funcionamiento ejecutivo y las habilidades matemáticas básicas en la educación infantil.

Por otra parte, se realizaron investigaciones sobre la cognición matemática en los adolescentes en donde se encontró un estudio que tiene como nombre *The impact of a lack of mathematical education on brain development and future attainment*, Zacharopoulou et al., (2020) como objetivo examinar si existe la correlación entre carecer de educación matemática en los adolescentes y la concentración de neurotransmisores a nivel cerebral. El tamaño de la muestra fue de un total de 133 estudiantes entre 14 y 18 años que participaron en un experimento dirigido por investigadores del Departamento de Psicología Experimental de la Universidad de Oxford. El instrumento constaba de una sesión de imágenes y una sesión de evaluación matemática, cada una duraba 60 minutos. Como resultado se pudo obtener un contraste entre los estudiantes que no estudian matemáticas y estudiantes que sí, se evidenció que en estudios anteriores identificaron que aquellos que dejaron de estudiar matemáticas de nivel alto, mostraron un rendimiento bajo, en comparación con los que continuaron estudiando matemáticas de nivel alto, mostraron un mayor rendimiento en operaciones numéricas.

Posteriormente, se realizó una revisión sistemática más amplia sobre habilidades matemáticas, donde se encontró la relación entre el nivel de pensamiento formal y el rendimiento académico en matemáticas Luz et al., (2013). Esta investigación pretendió determinar la relación entre el nivel de pensamiento formal y el rendimiento académico en matemáticas, de los estudiantes del distrito de Barranquilla. El diseño fue correlacional y contó con una muestra de 196 estudiantes; 92 pertenecían a décimo y 104 a undécimo grado, con edades entre 15 y 17

años. La muestra se sometió a la prueba de TOLT y VASCO. Se elaboró un análisis descriptivo y estadístico mediante la correlación de Pearson, utilizando el software SPSS. Las autoras encontraron que los estudiantes tienen bajos niveles de pensamiento formal, según el estudio los estudiantes de décimo grado se observan que el 97.8% tiene un bajo nivel de pensamiento formal y el 2.2% posee un alto nivel de pensamiento formal. El 98.1% de los estudiantes de undécimo grado tienen un bajo nivel de pensamiento formal y el 1.9% de estos estudiantes posee un alto nivel de pensamiento formal. Como conclusión se evidenció que la caracterización piagetiana sobre el pensamiento formal se determinó que los niveles de pensamiento presentes en los adolescentes, se encontró que no manifiestan la existencia significativa de pensamiento formal caracterizado por la teoría piagetiana.

Otro artículo relacionado con la cognición matemática en adolescentes es “Is  $2 + 2 = 4$ ? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations” Arsalidou et al., (2010). En este artículo mencionan que la mayoría de las personas usamos números a diario para contar, estimar cantidades o utilizar matemáticas formales. Así mismo este artículo explica cómo se da el procesamiento en el cerebro y lo clasificaron como el triple código: 1 un código visual (actividad bilateral en las áreas occipito-temporales), 2 un código donde se analiza la cantidad y la magnitud (la actividad en áreas parietales inferiores), 3 un código verbal que se representa por medio de palabras (las áreas perisilvianas izquierdas). Se realizaron diferentes pruebas a hombres y mujeres con el fin de conocer qué áreas cerebrales utilizaban a la hora de hacer cálculos o asociar números, también sumas, restas y multiplicación. Como resultado se obtuvo que durante las tareas de cálculo y manejo de número se utilizaban las áreas prefrontales. En cuanto a sumas

se evidencio que el área dominante era el hemisferio izquierdo, en cuanto a restas y multiplicación era bilateral o dominante también el izquierdo y otras áreas.

Ahora bien, en algunos casos los adolescentes pueden presentar problemas con las matemáticas es por ello que se buscó artículos donde se encontró el siguiente cuyo título tiene Los problemas escolares en la adolescencia con el fin de saber cómo se le denomina a este problema, entonces en algunos casos los adolescentes tienen problemas “escolares” donde pueden afectar a su aprovechamiento escolar. Cuando los problemas escolares persisten en el tiempo, se puede llegar al fracaso escolar, con implicaciones para el desarrollo biopsicosocial del individuo y su entorno. Es por ello, que cuando un adolescente presenta algún problema por entender las matemáticas, en algunas ocasiones se puede evidenciar que presente discalculia lo cual es que los adolescentes no tienen un buen uso del número en su vida cotidiana, cometen errores en cálculos, necesitan la calculadora para sumas sencillas, no han automatizado hechos aritméticos y poseen pocas estrategias en la resolución de problemas.

Por otra parte, se destacan teorías relacionadas con la importancia de las técnicas en habilidades matemáticas en adolescentes y su validación.

Un artículo llamado Effect of knisley’s mathematical model on gender’s mathematical critical thinking ability, por Sari et al., (2019). El objetivo del estudio fue determinar el efecto del modelo matemático de Knisley en habilidades de pensamiento crítico matemático de los estudiantes en función del género. La población participante fue de 455 adolescentes de Cimahi Indonesia. Se utilizó La técnica de análisis ANOVA con IBM SPSS Aplicación Estadísticas 24.

Como resultado se obtuvo que, el pensamiento crítico de las alumnas, es igual a las habilidades de pensamiento crítico de los hombres.

Entre tanto el estudio titulado *The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-Aged Students: A Meta-Analysis*, un estudio realizado por Namkung et al., (2019). El objetivo del meta-análisis fue examinar la relación entre las matemáticas y la ansiedad, el cómo influye en el rendimiento y el trabajo de memoria. La población participante fue de 478 estudiantes de Texas. El método llevado a cabo fue la búsqueda de 131 estudios con 478 tamaños del efecto, incluidos en PsycINFO, ProQuest, ERIC y MEDLINE y búsqueda de literatura de estudios confiables. El instrumento utilizado fue la *r* de Pearson, para la correlación entre matemáticas y ansiedad y el rendimiento en matemáticas. Como resultado se obtuvo que existe una correlación negativa significativa entre MA y rendimiento en matemáticas.

Por otra parte, se destacan teorías relacionadas a los procesos de validación de un test. Adicional a esto, una investigación titulada “Análisis de validez de constructo del cuestionario Gestión del conocimiento para la innovación educativa en universidades” llevada a cabo por Vázquez et al., (2021) en México en la Universidad de Colima con una muestra poblacional de 215 profesores, con el objetivo de evaluar la validez del cuestionario aplicándolo a profesores de educación superior. Como resultados no se evidencian valores superiores a los esperados, además en la correlación de ítems no se encontró que fuera mayor a 1, mientras que en la confiabilidad se identifica un valor aceptable mediante el Alfa de Cronbach. Es por esto que, se

concluye que los ítems del cuestionario a aplicar integran un constructo que permite analizar cómo se encuentra el conocimiento dentro del grupo de profesores de educación superior.

Así mismo, en el eje temática sobre validación de test contamos con el artículo titulado “Design and Validation of the College Readiness Test (CRT) for Filipino K to 12 Graduates” Tamayao et al., (2020) en Filipinas. Como objetivo de investigación, se realizó la validación de una prueba estandarizada de preparación para la universidad basada en Filipinas. En el estudio se utilizó un diseño cuantitativo para determinar la validez y la fiabilidad del test, con una muestra en la primera prueba piloto de 231 estudiantes y en la segunda de 942. Se realizó validez por jueces, índices de discriminación y dificultad, para el análisis de los ítems se utilizaron estadísticas descriptivas como la media, la desviación estándar, así como el recuento de frecuencias y el porcentaje. En particular, la dificultad de los ítems se calculó mediante la fórmula de Crocker y Algina. Como resultados se obtuvo un adecuado Alpha de Cronbach.

Añadido a lo anterior, un estudio titulado como “Análisis de validez y confiabilidad del Test de personalidad Big Five en estudiantes universitarios de Ecuador” realizado por Erazo et al., (2019) en Ecuador, con el objetivo de identificar la correlación de los rasgos de personalidad y el consumo de alcohol en estudiantes de la facultad de psicología. La cual, es una investigación de tipo observacional descriptivo cuyo enfoque es cuantitativo no experimental, llevado a cabo en 357 estudiantes de sexo femenino entre las edades comprendidas de los 18 a 32 años. Donde, como resultado obtuvo un alto nivel en la confiabilidad entre las dimensiones de estabilidad emocional y experiencias de la persona. Mientras que, en la variable de personalidad arrojó un

valor catalogado como bajo en los mismos factores. Es por ello que, la investigación permitió llevar a cabo un análisis de confiabilidad y validez del instrumento.

Adicionalmente, el artículo “validez del test de matrices progresivas Escala coloreada de Raven en estudiantes de 6 a 11 años” por Hurachi (2021) en Bolivia, con el objetivo de detallar en que grado de validez esta la escala a aplicar en la real local boliviana. Cabe mencionar que, es una investigación de enfoque cuantitativo cuyo diseño es no experimental de tipo descriptivo y explicativo, con una muestra de 423 estudiantes de sexo masculino y 381 femenino que, como resultado obtuvo un grado de validez alto en el test de Raven, mostrando que es útil para evaluar la inteligencia no verbal en niños.

El artículo titulado “coeficientes de confiabilidad de instrumentos escritos en el marco de la teoría clásica de los Test” por Soler (2008) evaluó la confiabilidad bajo la teoría clásica de los test para ver que el alfa de Cronbach ayuda a establecer el valor de la consistencia interna. Durante el desarrollo de la investigación manejan un proceso de validación de los test el cual se compone por tres supuestos, el primero explica la puntuación empírica que se conforma por dos componentes que son la suma de la puntuación verdadera y los errores, como segundo esta la medición del puntaje verdadero que se ve a través de los errores de medición y tercero esta la correlación. Se puede concluir que, la teoría clásica es una de las técnicas más utilizadas y apropiadas para realizar ya que, esta ayuda a cuantificar la consistencia interna de los Test, mediante el análisis alfa de Cronbach.

A continuación, se encontraron una serie de investigaciones las cuales destacan algunas pruebas psicométricas que permiten evaluar la inteligencia y las habilidades matemáticas.

En primer lugar, tenemos “Test Review: Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition (WISC-IV)” realizada por Barón (2007) en Londres cuyo objetivo principal del artículo fue dar a conocer al lector una breve revisión sistemática sobre la prueba Escala de inteligencia Wechsler para niños-cuarta edición (WISC-IV). Así mismo, se evidencia la muestra normativa de la prueba la cual fue de 2.200 niños estadounidenses de habla inglesa con edades comprendidas entre los 6 y los 16 años de edad, a quienes se les administro la utilidad del WISC-IV. Es por esto que, una vez reconocidas las desventajas del WISC-III se realizaron mejoras incluyendo algunos cambios y modificaciones significativas, en las cuales se omitieron, modificaron y se añadieron varias sub-pruebas con el objetivo de mejorar los efectos suelo y techo de la prueba. Como resultado el WISC-IV proporciona nuevas puntuaciones resumen basadas en nuevas combinaciones de sub-pruebas. Es claro afirmar que esta escala de inteligencia cuenta con sub-pruebas que miden el razonamiento y la agilidad numérica.

Seguidamente, se encontró el artículo “Assessment of basic math skills in 4 year-old children” por Formoso et al., (2017) quienes se enfocaron en presentar la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas (ad hoc) para niños de 4 a 6 años con el fin de detectar posibles alteraciones de la función matemática del menor. Para esto, se utilizó un tipo de investigación descriptivo - experimental ya que se realizó de forma controlada y con una muestra aleatoria de 233 niños de 4, 5 y 6 años de la escuela autónoma de Buenos Aires a los cuales se les aplicó tareas pertenecientes a la Batería de Habilidades Matemáticas Básicas (BHaMBa, ad hoc). Para

esto, realizaron análisis de distribución y estadísticos descriptivos como Anova y Pearson con el objetivo de mostrar el desempeño de habilidades matemáticas básicas en dicha población. Como resultado obtuvieron que el rendimiento de los niños de 4 años de edad frente a las habilidades matemáticas evaluadas es mejor el desempeño en las consideradas básicas las cuales son discriminación de cantidades y uso de arábigos a diferencia de habilidades más complejas como la resolución de problemas aritméticos. Es aquí la importancia de contar con instrumentos que nos permitan evaluar a temprana edad el desempeño de los niños, ya que, contar con una deficiente competencia numérica inicial podría desembocar miles de dificultades en habilidades matemáticas más complejas.

Además, se encontró una investigación titulada “Comprensión Lectora y Cálculo Matemático: El Rol de la Memoria de Trabajo en Niños de Edad Escolar”, por Vernucci et al., (2017) realizado en Argentina. Con el objetivo de evaluar las habilidades académicas en niños de sexo femenino y masculino entre las edades comprendidas de 9 a 11 años, que fueron acogidos mediante un muestreo no probabilístico, evaluando el cálculo matemático con la sub-escala WRAT-3, siendo una investigación de diseño transversal correlacional. El cual, obtuvo como resultado que los componentes de comprensión lectora, cálculo matemático y memoria de trabajo, cada uno hizo alta significancia en cuanto al almacenamiento verbal de cada persona, reflejando la importancia de las dimensiones anteriormente mencionados ya que, ayudan en el desempeño y aprendizaje en la etapa escolar del ser humano.

Así mismo, un estudio titulado como “Mathematical cognition: individual differences in resource allocation” realizado por Bornemann et al., (2010) en Alemania cuyo objetivo fue

analizar las ventajas sobre la asignación de los recursos cognitivos en los jóvenes de grado 11°. Es un estudio cuantitativo de diseño experimental no probabilístico con una muestra de 34 estudiantes entre hombres y mujeres del grado 11 pertenecientes a tres escuelas berlinesas diferentes, a quienes se les aplicó 3 pruebas psicométricas, para evaluar la inteligencia fluida se utilizó las “Matrices Progresivas Avanzadas de Raven”, para medir la atención focalizada el “test d2 de atención” y para estimar la capacidad de la memoria de trabajo el “KAI-N”. Las matemáticas son un campo muy amplio donde se encuentran involucradas disciplinas como la aritmética, el álgebra y la geometría, por lo tanto, el rendimiento en estas tareas matemáticas depende en gran medida de las capacidades cognitivas generales. Entre las capacidades cognitivas generales influyen las habilidades de razonamiento fluido, la capacidad de la memoria de trabajo y la atención focalizada, lo cual se obtuvo como resultado una correlación positiva entre la inteligencia fluida y la asignación de recursos. Es por esto que, la cantidad de recursos cognitivos que se implementan para realizar una tarea son los que determinan un excelente desempeño en el rendimiento matemático.

Por último, el artículo “Psychometric Properties of the WRAT Math Computation Subtest in Mexican Adolescents” llevado a cabo por Abreu-Mendoza et al., (2019) en México con el fin de validar una subprueba de Cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) en adolescentes mexicanos. Es una investigación cuantitativa de diseño experimental con una muestra de 1.318 estudiantes mexicanos de primer año de secundaria a quienes se les administro la subprueba de cálculo matemático del WRAT-IV. Como resultado, se obtuvo una buena fiabilidad interna y se determinó una validez concurrente mediante la evaluación de una

sub-muestra de 106 estudiantes que incluía adolescentes con dificultad matemática. Esto sugiere que la subprueba de cálculo matemático cuenta con una excelente capacidad para la detección de adolescentes con especial dificultad en habilidades matemáticas.

## **Marco teórico**

### **Habilidades matemáticas en edades de 15 a 17 años**

Vargas (2019) establece que las nociones de competencia de las matemáticas están compuestas por cómo el estudiante asocia el significado de los objetos matemáticos. Así mismo, sus estructuras, procedimientos, formas de razonamiento, sentido del uso del conocimiento, lo que permite que el estudiante con lo que conoce y sabe logre realizar dichos procedimientos.

Ahora bien, Llece (2005 citado por Barrios et al, 2021) comentan que la competencia matemática es la capacidad de administrar ideas, representaciones y utilizar procedimientos matemáticos para comprender e interpretar el mundo real. Es decir que, si el adolescente puede tener la posibilidad de matematizar el mundo real, le implica interpretar datos como; establecer relaciones y conexiones; colocar en juego nociones matemáticas; analizar regularidades; establecer patrones de cambio; encontrar, preparar, diseñar y/o construir modelos; argumentar; justificar; comunicar procedimientos y resultados. ICFES (1999) A lo anterior se puede identificar las habilidades matemáticas que deben tener los estudiantes en edades de 15 a 17 años.

### ***El desarrollo de las habilidades matemáticas en adolescentes***

Gilmore et al., (2018) establecieron que la verdadera competencia aritmética no sólo implica la capacidad de realizar operaciones aritméticas, sino que requiere el conocimiento de los datos numéricos básicos, la comprensión conceptual de las operaciones y cómo se relacionan, así como la habilidad para elegir las estrategias adecuadas. A medida que van creciendo las personas

van desarrollando mejor estas habilidades de cognición matemática; cabe resaltar que a algunas personas se les dificulta más entender las matemáticas. Esto puede estar asociado con la motivación, la memoria de trabajo y el método de enseñanza que recibe la persona (Gilmore et al., 2018).

Ahora bien, Geary (2000 citado por Looi et al., 2016) menciona que en la niñez es donde se comienzan a manifestar estas habilidades matemáticas, donde se demuestra que los niños de 4 años de edad pueden realizar sumas y restas de una cifra (ej.  $2+3$ ,  $4+5$ ), a medida que van creciendo van logrando realizar sumas y restas de más cifras como lo es  $22+35$ ,  $14+45$  y progresivamente con cifras de tres decimales, también logran decir los números uno, dos, tres, etc. Además, van adquiriendo la capacidad de escribir los números cuando se los dictan en letras como doscientos y el resultado es 200.

En el transcurso de la adolescencia, Artemenko et al., (2018) hacen referencia a que los estudiantes de grado sexto y séptimo son competentes en aritmética, por lo tanto, no practican, ni mejoran en estas habilidades matemáticas; lo que conlleva a que tengan habilidades de suma, resta y multiplicación y muy poco la división. Entonces, si no se continúan entrenando estos procesos de aritmética, surge como duda ¿cómo se podrán desarrollar y mejorar los procesos matemáticos que requieren de bases sólidas de aritmética? Ahora bien, se evidencia que áreas cerebrales están relacionadas a la hora de realizar estas habilidades matemáticas.

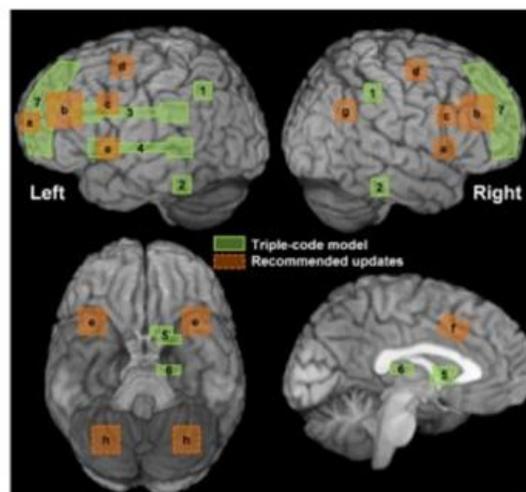
Fehr et al. (2005) (citado por Arsalidou et al., 2010) mencionan que para conocer un poco de las áreas cerebrales que se utilizan a la hora de trabajar la cognición matemática, se puede

evidenciar que el procesamiento numérico y los cálculos de tareas aritméticas complejas requieren más recursos de la memoria de trabajo que en la ejecución de las tareas simples.

Así, para realizar estas tareas Dehaene et al. (1997 citado por Arsalidou et al., 2010) hablan del modelo de “triple código” que explica que los números se procesan de tres maneras: (1) un código visual (2) un código donde se analiza la cantidad y la magnitud (3) un código verbal que se representa por medio de palabras. Este proceso se ve implicado en el cerebro de la siguiente manera: (1) la actividad bilateral en las áreas occipito-temporales ventrales inferiores que subyacen a la parte del código visual (2) la actividad en áreas parietales inferiores, que hace referencia a los juicios de cantidad y magnitud (3) las áreas perisilvianas izquierdas que indican a el código verbal. Ahora bien, la Figura 1, en las regiones sombreadas de color verde hacen relación al triple código y las zonas de color naranja hacen referencia a otras áreas cerebrales que se encuentran implicadas en el procesamiento matemático.

### Figura 1.

*Neuroimagen del modelo de procesamiento matemático de triple código.*



*Fuente.* (Arsalidou et al., 2010).

Ahora bien, Arsalidou et al., (2010) mencionan que no sólo en el ya mencionado procesamiento están involucradas estas áreas. Para la realización de operaciones como sumas, restas y multiplicaciones se han visto que las áreas visuales, áreas parietales, frontales y prefrontales son las que se ven relacionadas a la hora de realizar estas operaciones matemáticas.

Entonces las zonas claves para las tareas de cálculo incluyen las áreas parietales inferiores bilaterales, responsables del conocimiento semántico sobre los conjuntos numéricos y el bucle cortico-talámico responsable del almacenamiento de memoria de sucesos aritméticos simples (Dehaene y cohen 1997).

Por lo tanto, cuando un adolescente presenta un desarrollo cognitivo típico existen determinadas habilidades matemáticas que se esperan identificar en este ciclo vital.

### **Habilidades esperadas en la adolescencia (Pruebas PISA y Criterios Nacionales)**

Con base a la OCDE (2017) y su última actualización de las pruebas PISA (Programa para la Evaluación Internacional de Alumno) encontramos que los estudiantes de los grados de noveno, décimo y once (adolescentes) deben contar con 4 capacidades matemáticas fundamentales: formulación de problemas, emplear soluciones, interpretación de resultados y evaluación del problema junto a la solución de este.

Agregando a lo anterior, bajo estas 4 capacidades se deben identificar competencias como la comunicación, representación, razonamiento y justificación, utilización de operaciones y de lenguaje de carácter simbólico, formal y técnico, la utilización de herramientas matemáticas y

estrategias para resolver problemas (OCDE, 2017). Así mismo la OCDE hace referencia a la matematización, el cual permite interpretar un problema matemático en contextos reales específicos y plantear diferentes alternativas para su solución (Yilmaz, 2020).

Ahora bien, para conocer los criterios nacionales sobre habilidades matemáticas esperadas en la adolescencia, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación ICFES considera tres habilidades específicas: Interpretación y representación, como la habilidad para comprender problemas matemáticos en contextos reales (Mesa, 2004), formulación y ejecución, la cual nos permite plantear posibles soluciones como el uso de ecuaciones (ICFES, 2019) y finalmente argumentación, la cual permite la justificación de un proceso o medio donde se resuelven problemas matemáticos (Gilmore et al., 2018).

En este orden de ideas se puede decir que, las habilidades matemáticas esperadas en la adolescencia son: matematización, formulación, representación, interpretación y argumentación. Por ende, tener claro dichos factores nos permite distinguir entre falencias o problemas en habilidades matemáticas en la adolescencia.

### **Problemas en las matemáticas en la adolescencia.**

Ahora bien, en la adolescencia se pueden presentar algunos problemas respecto a las matemáticas en donde encontramos: (1) en ocasiones los padres no tienen una buena situación económica, y por ello se les dificulta brindar educación de calidad a sus hijos, así mismo, los colegios que son asequibles para ellos, en algunos casos, no profundizan la materia de

matemáticas y como consecuencia no hay un desarrollo de estas habilidades (López et al., 2015).

(2) Existen países en donde los estudiantes tienen la posibilidad de escoger las asignaturas que verán en los ciclos académicos de secundaria y se identificó que la mayoría de ellos optan por descartar las asignaturas relacionadas con las matemáticas (Zacharopoulos et al., 2021). (3) Por último, algunos adolescentes tienden a presentar problemas en habilidades matemáticas que son ocasionadas por diferentes factores, como la discalculia (Lázaro 2013). A continuación, vamos a profundizar en cada uno de ellos.

Como primer factor, López et al., (2015) evidencian que la ausencia de una estabilidad económica en las familias puede afectar a los niños, ya que no se les brinda una educación adecuada y esto desfavorece al menor, que se refleja cuando crece y no presenta un buen desarrollo en habilidades matemáticas.

En segunda consideración, Zacharopoulos et al., (2021) mencionan que, en algunos países, como Reino Unido, los estudiantes tienen la posibilidad de escoger sus asignaturas en un grado académico específico. Un alto porcentaje de estudiantes de 16 años eligieron no ver la materia de matemáticas. Así mismo, este estudio encontró que las concentraciones del neurotransmisor GABA en el giro frontal medial del cerebro, estaban inversamente relacionados con la conectividad frontoparietal en los estudiantes que no veían la materia de matemáticas. Se debe tener en cuenta que este neurotransmisor se ha asociado a la creación de nuevas redes neuronales y la plasticidad cerebral, por lo que el no ver matemáticas en los grados académicos

de las edades del estudio, podría estar relacionado a un desarrollo no adecuado de la conectividad de ciertas estructuras cerebrales.

Finalmente, Lázaro (2013) define que la discalculia conlleva al adolescente a presentar dificultades en el razonamiento numérico tales como: errores de cálculo, escasas estrategias de resolución de problemas y la necesidad de usar la calculadora para realizar sumas sencillas. Así mismo, se identifica un rechazo y miedo por la asignatura de matemáticas generando niveles de ansiedad en ellos. Los síntomas anteriormente mencionados se presentan en ausencia de otros trastornos específicos del aprendizaje o del desarrollo intelectual. Hay que mencionar además que, en la población adolescente existen índices relevantes de problemas en habilidades matemáticas y diagnósticos tardíos de la discalculia que oscilan entre 4% al 6% en población escolar (Matute et al., 2007).

En conclusión, se evidencia escasos antecedentes en Latinoamérica o en Colombia sobre discalculia en adolescentes. Sin embargo, un estudio realizado en Ecuador establece que, de 39 estudiantes encuestados, el 33% manifiestan habilidades para realizar multiplicaciones con facilidad y el 67% expresan dificultades en la realización de multiplicaciones, viéndose comprometido el rendimiento escolar de los adolescentes (Tustón 2009). Por eso es de gran importancia conocer que técnicas hay para poder evaluar las habilidades matemáticas en los adolescentes.

**Técnicas para evaluar habilidades matemáticas en adolescentes**

Las técnicas para evaluar las habilidades matemáticas en los adolescentes son necesarias, ya que permiten distinguir cómo el sujeto está desarrollando e interpretando los conceptos matemáticos y la resolución de problemas. A lo anterior Sari et al., (2019) exponen que cada técnica permite identificar en el adolescente las habilidades de pensamiento crítico donde incluyen la comprensión y formulación de problemas. Osman et al., (2021) agregan a ello la habilidad de recopilación y análisis de información, el probar hipótesis lógicas y establecer conclusiones exactas.

Namkung (2019) definen que el dominio de las matemáticas no solo va en la práctica de la ciencia, sino también en la experiencia de la vida diaria del adolescente. Por lo tanto, las técnicas de habilidades matemáticas constituyen un objetivo central, el cual es identificar las diversas habilidades y debilidades que el adolescente esté presentando en su pensamiento crítico.

Estas técnicas para evaluar habilidades matemáticas son necesarias, ya que facilitan la identificación de antecedentes que probablemente el adolescente esté presentando en la ejecución del pensamiento numérico. Según Osman et al., (2021) refieren que, las técnicas de representación matemática se pueden describir como un proceso de conversión de ideas críicas de una forma objetiva, el cual puede ayudar a los estudiantes a obtener una comprensión de las ideas matemáticas más idóneas.

Cada una de estas técnicas de evaluación van enfocadas a la recolección de datos, bien sean cuantificables o de manera semántica acorde al método que el evaluador utilice. Syamsuddin et al., (2021) establecen que las técnicas de evaluación permiten implementar

efectivos modelos de aprendizaje y habilidades para el fortalecimiento del pensamiento numérico de los adolescentes. Por lo anterior, se puede inferir la importancia de tener en cuenta que los criterios de evaluación deben ir sujetos con lo que realmente se desea identificar y que sean efectivas en su respectiva aplicación para evitar un sesgo en los estudios, que se garantiza por medio de procesos de validación de dichos test.

### **Importancia de la validación de test en habilidades matemáticas**

Los test a manera general, desde su construcción, tienden a presentar una serie de parámetros o criterios específicos, cumpliendo con la normatividad que permita tener una evaluación válida y confiable de los procesos matemáticos. Esto permite identificar la puntuación real del participante, con relación a las puntuaciones normativas según sus propias características. Así mismo Syahfitri et al., (2019) afirman que la validez tiene un efecto positivo en la investigación, determinando la calidad de la misma y facilitando la medición de variables detectadas en el campo de observación.

Además, la estandarización de los test permite adoptar un instrumento perteneciente de otro país y lograr adaptarla al contexto sociocultural que el investigador ha elegido para su estudio, con el fin de obtener una calidad diagnóstica. A lo anterior Im et al., (2019) manifiestan que para que exista una validez de los test, debe existir un enfoque basado en argumentos, con evidencia empírica y así garantizar la calidad de la prueba.

En el caso de los test centrados en identificar las habilidades matemáticas, es necesario que sean confiables, efectivos con un alto estándar probatorio empírico. Im et al., (2019) establecen que cada instrumento debe garantizar que los ítems, factores, reactivos y traducción sean acorde con el tema de interés que se desea investigar, con el fin de evitar la posibilidad predominante de sesgos en los resultados obtenidos.

Por lo tanto, existe la necesidad de aumentar la validación de test de habilidades matemáticas, ya que en la actualidad no contamos con los suficientes, para así identificar en la población factores asociados a las habilidades de razonamiento numérico que van desde una suma, resta, multiplicación, hasta la ejecución de mediciones y ejercicios algebraicos (Zander et al., 2019). Es así como, para llegar a la validación de dichos test, debemos tener en cuenta procesos psicométricos específicos.

### **Procesos de validación de los test**

Los procesos de validación de los test son detallados por Soler (2008) desde la teoría clásica de los test, que está compuesta por tres supuestos: El primero nos dice que toda medición de un instrumento psicológico se conforma por la puntuación que obtiene el participante en la aplicación del test que se representa mediante  $(X_p)$  nombrada como puntuación empírica, que consta de dos componentes que es la suma del puntaje verdadero del participante que se expresa mediante  $(V_p)$  más un error de medición  $(E_p)$ . Este error no puede ser controlado, ya que es un error hipotético, es decir que toda medición que se da bajo la suma de los dos componentes arroja una puntuación real. Lo expuesto puede expresarse o representarse de la siguiente manera:

$$X_p = V_p + E_p$$

El supuesto dos, denominado como esperanza matemática, consiste en obtener la puntuación verdadera, por ejemplo, en dado caso que se apliquen infinitas veces el instrumento no siempre las puntuaciones van a ser iguales, pero sí aproximadas, es decir que, si se hacen varias aplicaciones del instrumento al mismo sujeto y del mismo constructo, las puntuaciones deben ser aproximadas en todas las mediciones, mas no iguales (Soler, 2008).

$$E(X_p) = V_p$$

El supuesto tres es que la correlación entre el puntaje verdadero y el error de medición va a ser igual a 0, ya que en las mediciones no se evalúan los errores del constructo (Soler, 2008).

$$Corr(V, E) = 0$$

Por lo tanto, identificados los tres supuestos de la teoría clásica de los test, se debe tener en cuenta que todo test que se desee aplicar debe cumplir con unos índices de validación y confiabilidad que se darán a conocer a continuación.

### ***Validez de un instrumento***

Lozano et al., (2013) refieren que la validez es un proceso mediante el cual, evaluamos que el constructo psicológico mida lo que dicha teoría o constructo pretende medir. De esta manera, se nombran y definen algunos tipos de validez importantes para tener en cuenta que se mencionarán a continuación:

Como primero está la validez de constructo, este tipo de validez busca evidenciar la exactitud con la que el test mide el constructo que se pretende medir. Además, este método de validación se basa en la reducción de factores o dimensiones en variables latentes el cual, se hace bajo un análisis factorial exploratorio o confirmatorio. Dicho de otro modo, algunos de los reactivos encontrados se agrupan y se van a reducir en factores ya que miden el mismo constructo (Vazquez et al., 2021).

Por ejemplo, si se encuentran siete reactivos y entre ellos hay 3 que evalúan sumas, 2 restas, 1 multiplicación y 1 división, el análisis realizará una agrupación de variables latentes debido a que, los reactivos que evalúan sumas se agrupan en un solo factor y así sucesivamente con los demás ítems (Vázquez et al., 2021).

Por otro lado, está la validez de contenido, la cual determina la consistencia en que un test de medida se forme por ítems relacionados al constructo o contenido de la investigación y así mismo se pretende medir antes de realizar la aplicación del instrumento a la población escogida. Para ello, se debe realizar un proceso de consulta a expertos quienes evaluarán e indicarán cuáles son los ítems adecuados para evaluar el constructo (Huarachi, 2021).

Seguidamente, encontramos la validez convergente la cual, evalúa dos test cuyo constructo sea similar. Para esto se utilizan pruebas de asociación como la correlación. Se espera que el coeficiente de correlación entre ambas medidas sea alto, es decir, que los datos arrojados sean mayores a 0,5 y estadísticamente significativas aquellas puntuaciones que se encuentren entre 0 a 1, ya que ambas miden el mismo constructo. Por ejemplo, si evaluamos la correlación

entre dos test matemáticos se espera tener una correlación alta y significativa ya que en teoría se está midiendo un mismo constructo (Lozano et al., 2013).

Otro de los tipos de validez, es la validez divergente o discriminante, que es cuando se mide el constructo psicológico con dos pruebas diferentes que no se relacionan entre sí. Al igual que en la validez convergente, este tipo de validez se lleva a cabo por medio de análisis de correlación entre las dos pruebas. En este caso se espera obtener una correlación baja o nula, ya que cada uno de los test mide constructos diferentes (Lozano et al., 2013).

### ***Confiabilidad de un instrumento***

Por otro lado, Medina et al., (2019) mencionan que la confiabilidad, es el grado en los resultados de un test si son consistentes con relación a la población normativa evaluada. Así mismo, se relaciona con la intervención del error, donde se pretende obtener errores pequeños ya que, estos permiten ver la eficacia en la medición del test, que se quiere aplicar sobre la población de estudio.

En este orden de ideas, se considera que el error es cualquier efecto irrelevante para los resultados que influyen sobre la falta de confiabilidad de la medición. El error se puede distinguir de dos tipos: El error constante y el error causal, en donde el primer tipo consta de aquellos errores que serán persistentes en la única aplicación o en todas las aplicaciones del mismo test. Por lo contrario, el segundo tipo de error hace referencia a variables no controladas por el evaluador como: la salud del evaluado, su bienestar emocional, las distracciones que haya al

momento de responder el instrumento, los problemas que presenta el participante en su entorno y todos aquellos comportamientos conductuales que presenta el sujeto al momento de realizar la prueba (Medina et al., 2019).

Por consiguiente, es importante mencionar que la fiabilidad se evalúa por medio del coeficiente de confiabilidad y el error estándar de medida; en donde el coeficiente alfa de Cronbach se forma por la co-variación de los datos que deben estar entre 0 a 1. Esto quiere decir que entre más cerca esté el coeficiente a 1, más confiabilidad presentan los ítems del instrumento. Por ejemplo, en dado caso que se obtenga un coeficiente de 0.95 quiere decir que el 95% se debe a la fiabilidad de la varianza y solo el 5% pertenece a los errores aleatorios (Erazo et al., 2019).

Según Erazo et al., (2019) existen diferentes tipos de confiabilidad. Primero está el método test-retest, el cual se encarga de aplicar el mismo instrumento dos veces a una misma población en diferentes momentos. Donde el test-retest, evalúa la estabilidad de los resultados del test en un intervalo largo o corto de tiempo ya que, si se aplica en un periodo de tiempo de días o semanas podría generar aprendizaje en el participante, mientras que, si se aplica después de meses o años las diferencias entre los resultados de aplicación del instrumento, es probablemente que sean mayores en el constructo psicológico que se quiere medir. Este tipo de confiabilidad, se evalúa a través de la prueba de correlación, donde se espera que los coeficientes de asociación sean altos entre las dos mediciones (Manterola et al., 2018).

Como segundo tipo, está el método de las dos mitades, Barrios et al., (2013) refieren que este método permite verificar la atención que tiene el participante y los factores que alteran el rendimiento de la población evaluada. Es decir, que si se divide la prueba deben ser equivalentes para garantizar una consistencia interna suficiente. Es por ello que Erazo et al., (2019) mencionan que el instrumento se aplica una sola vez a la población escogida, pero se evalúan los ítems por separado, es decir los impares (1, 3, 5, 7...) y los pares (2, 4, 6, 8...) con el propósito que los grupos tengan el mismo grado de dificultad. Se debe tener en cuenta que a medida que va incrementando la cantidad de ítems, mayor será su dificultad en las dos mitades, es por ello, que se correlacionan las puntuaciones de cada una de ellas y nos permite verificar si los datos arrojados de las dos mitades tienen una dificultad similar (Erazo et al., 2019).

En otras palabras, se evidencia la importancia de validez y confiabilidad. Por ende, conocer conceptos como índices de dificultad, sensibilidad y especificidad son indispensables para dar continuidad a los ya mencionados procesos y así garantizar que los instrumentos sean consistentes y precisos a la hora de obtener los resultados de las variables que se pretenden medir (Lino-Villacreses et al., 2021).

### **Índices de dificultad de los test**

Los índices de dificultad son descritos por Muzzamil et al., (2020) como el indicador de calidad que tiene cada ítem de una prueba, en donde el concepto de calidad puede interpretarse por medio de términos psicométricos conocidos como efectos suelo y techo. Es decir que, el efecto suelo se manifiesta cuando los sujetos de estudio puntúan los valores más bajos de la

prueba, debido a que la dificultad de la misma es alta; todo lo contrario, con el efecto techo, en donde los sujetos puntúan los valores más altos de la prueba ocasionado por contar con facilidad para su desarrollo (Martín et al., 2004).

Con base a lo anterior, como investigadores debemos evitar que los ítems o la prueba llegue a ser demasiado sencilla o difícil con respecto a su resolución, para ello los índices de dificultad de los test, evalúan los ítems que componen la prueba en calidad de los resultados obtenidos por la población evaluada. Es así que, estos índices de dificultad pueden ser calculados por medio de una ecuación, en donde el índice de dificultad ( $I_d$ ) es igual a el número de aciertos que obtuvo el ítem ( $a$ ), sobre la cantidad total de evaluados ( $n$ ) (Muzzamil et al., 2020).

Sin embargo, se debe eliminar la probabilidad de aciertos por azar, para ello requerimos de una ecuación de índice de dificultad corregido ( $I_c$ ) equivalente al índice de dificultad sin corregir ( $I_d$ ) menos el número de alternativas menos 1 ( $q$ ) dividido en el número de participantes ( $K$ ) (Tamayo et al., 2020).

$$I_c = I_d - \left(\frac{q}{N}\right) \cdot Q = P - 1$$

Es entonces que, una vez obtenido el índice de dificultad corregido, se tendrá en cuenta la calidad del ítem con respecto al porcentaje arrojado, en donde mayor sea este porcentaje, menor será la dificultad del ítem (Muzzamil et al., 2020). A continuación, se encuentra la tabla que permite interpretar los valores de los índices de dificultad.

**Tabla 2.***Interpretación de los índices de dificultad.*

<b>Valor del índice de dificultad (Id)</b>	<b>Criterio</b>
$0.0 \leq Id < 0.3$	Difícil
$0.3 \leq Id \leq 0.7$	Promedio
$Id > 0.7$	Fácil

**Fuente:** Adaptado de Muzzamil et al., (2020).

### Índices de discriminación

Hurtado (2008) también define a los índices de discriminación como un indicador de calidad de los reactivos, sin embargo, menciona que estos índices son la expresión numérica que logra separar en dos grupos a los evaluados de una prueba, aquellos con desempeño alto (grupo superior) y aquellos con desempeño bajo (grupo inferior). Así mismo, estos índices se pueden clasificar en diferentes categorías dependiendo las puntuaciones que se obtengan (ver Tabla 4).

Para obtener el número de cuántos evaluados pertenecen al grupo superior e inferior, con respecto a si la respuesta fue contestada de forma correcta o incorrecta, se deben calcular por medio del programa SPSS. Una vez obtenidos dichos grupos, los índices de discriminación se calculan a partir de una ecuación de el total de participantes que pertenecen al grupo superior con respuesta correcta (GS Correcta) menos el total de participantes que pertenecen al grupo inferior con respuesta correcta (GI Correcta) dividido en el total de participantes que pertenecen al grupo superior (GS Total) (Hurtado, 2008).

$$\frac{(GS\ Correcta - GI\ Correcta)}{GS\ Total}$$

### Marco empírico

### ***Test para evaluar habilidades matemáticas en Latinoamérica y Colombia***

En la actualidad, existen un gran número de pruebas psicométricas que permiten evaluar las habilidades matemáticas en niños, adolescentes, adultos y personas de la tercera edad, por lo tanto, los test se clasifican dependiendo del rango de edad de los sujetos para los cuales fueron diseñados. En este orden de ideas Formoso et al., (2017) mencionaron una batería que mide las habilidades matemáticas básicas (BHaMBa) en menores de edad de 4 a 6 años con el fin de valorarlas en contenidos como conteo, subitización, estimación de cantidades, solución de problemas aritméticos simples, conocimiento y comprensión de números arábigos.

Por otro lado, existe un instrumento que permite evaluar el conocimiento del número en tareas de cálculo, así como también determinar las habilidades del procesamiento del niño, este es el test Pro-Cálculo orientado a niños entre 5 a 8 años, el cual se encarga de valorar conceptos como estimación de cantidades, enumeración, secuencia de conteo, numerales arábigos y problemas aritméticos. También nombraron otros test que permiten medir la misma variable, como por ejemplo, el test TEA-3 y Tedi-math los cuales se enfocan en ser aplicados a las edades comprendidas entre los 3 a 8 años de edad, evaluando habilidades básicas como numeración, comparación de cantidades, cálculo informal y conceptos matemáticos básicos (Formoso et al., 2017).

Por otra parte, Barón (2005) describe que la prueba (WISC-IV) escala de inteligencia Wechsler para niños cuarta edición, toma en cuenta la edad entre los 6 a los 16 años para la aplicación del test. Las sub-pruebas que lo componen son “letras y números”, que se encarga de

medir la capacidad para combinar dos tipos de información; a su vez la sub-prueba en aritmética, la cual analiza todas las habilidades que se relacionan con el razonamiento y agilidad numérica.

Del mismo modo, estudios sobre cognición matemática de acuerdo con Bornemann et al., (2010) destacan las Matrices Progresivas Avanzadas de Raven como un instrumento que ayuda a medir la inteligencia fluida y numérica de una persona. El test está planteado para un rango de edad entre los 5 años hasta la adultez (59 años), consiste en una serie de preguntas de selección múltiple con el objetivo de identificar el elemento que falta para completar dicha serie de patrones llamadas matrices.

Finalmente, la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV). Según Abreu-Mendoza et al., (2019) esta sub-prueba se enfoca en su totalidad a medir las habilidades matemáticas en un amplio rango de aplicabilidad desde los 5 a 74 años de edad. Esta sub-prueba está compuesta por una serie de 40 problemas aritméticos con fracciones y decimales como también problemas de álgebra que implican solución de ecuaciones lineales que deben ser resueltos en el menor tiempo posible, como máximo 15 minutos. De este modo, se puede percibir las diferencias individuales frente a habilidades más avanzadas.

### ***Uso del WRAT***

La prueba WRAT-3 ha sido validada en dos países, en Estados Unidos en la cual establece las directrices que tiene en cuenta frente al desarrollo y aplicación de esta como la conformación del test, tiempo, puntuación y calificación. Por otro lado, se encuentra la validación en México

de la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV, y la adaptación que esta tuvo.

La validación en Estados Unidos se obtuvo, aplicando la prueba WRAT-3 en estudiantes adolescentes por los investigadores Vernucci et al., (2017). En su investigación trabajaron componentes y habilidades académicas necesarias como la comprensión lectora y matemática, ya que las describen como imprescindibles en la vida diaria. Esta prueba permitió evaluar las habilidades básicas que se deben ir desarrollando con el paso del tiempo, el cual tiene unas directrices que se explican a continuación:

**Conformación del test.** Vernucci et al., (2017) exponen que el test WRAT-3 está diseñado para edades entre 5 hasta los 74 años, a partir de los 5 años se manejan las pruebas tituladas como fáciles, mientras que de los 8 años se empieza a evaluar problemas más complejos como la aritmética escrita, cálculos, comenzando a resolver problemas de un solo dígito hasta llegar a álgebra. Sin embargo, previamente el participante debe aprobar los 5 primeros ítems.

**Puntuación y calificación.** Los puntos son evaluados de 0 a 1; cero (0) se asigna en cada ítem que no fue contestado correctamente y uno (1) para cada ítem que está correctamente (Vernucci et al., 2017).

**Tiempo.** La subprueba del cálculo matemático tiene un lapso de 15 minutos, donde este puede ser interrumpido en dado caso que el sujeto indica haber concluido con todos los ejercicios (Vernucci et al., 2017).

Sin embargo, en una investigación realizada por Abreu-Mendoza et al., (2019) en la cual adaptaron a una versión mexicana la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV, allí sustentaron otros aspectos relevantes tales como:

Adaptación de la subprueba. Es decir, la traducción que llevaron a cabo personas hispano hablantes de México en algunos apartados de la prueba, estas son instrucciones y algunos ítems que conforman la sub-prueba de cálculo matemático, como también algunas notaciones matemáticas y fracciones a un formato más adecuado.

Hay que mencionar, además el objetivo por el cual se sustentaron estas dos validaciones permitiendo de dicha forma acceder con totalidad a la información que compone la prueba, como también conocer el proceso de adaptación que conlleva realizar la validación de un test.

En otras palabras, se puede afirmar que el WRAT, en su forma B, en efecto cumple con el objetivo de evaluar estas habilidades matemáticas desde el espectro cognitivo y debido a su falta de validación en otros países latinoamericanos, es necesario conocer sus propiedades psicométricas con respecto a validez de contenido, índices de dificultad y discriminación.

### **Marco legal**

El presente estudio está enlazado en diferentes leyes que especialmente van relacionadas en la investigación desde la psicología, centrándose en el código de infancia y adolescencia y en el proceso de educación y desarrollo de matemáticas en los niños y jóvenes.

Ley 115 de 1994 del 08 de febrero, la cual se expide la ley general de educación que define como debe ser el proceso de educación en niños, niñas y jóvenes. Centrándose primeramente en la educación formal que se conforma por una secuencia de ciclos escolares; seguido a esto, la educación preescolar que es el desarrollo integral desde diferentes aspectos como: el biológico, cognitivo, motriz, social y afectivo. Como tercero está la educación básica, la que comprende nueve grados. Posteriormente está la educación media, que es la que comprende los grados 10 y 11, con el objetivo de formar en los estudiantes buenos valores, comprensión, aprendizaje para la preparación de ingreso a una educación superior, ya sea técnico o profesional. Además, la ley cuenta con la protección de la educación no formal que son las actividades que se llevan fuera de una institución educativa, pero con principios éticos que se basa en la honestidad, responsabilidad, respeto de los derechos humanos, sinceridad, lealtad, solidaridad, confianza y buena comunicación. También, la educación informal es todo aquel aprendizaje adquirido por la sociedad, familia, conocimiento libre ya sea por diferentes bases de búsqueda como: revistas, base online, tradiciones y demás.

Ley 1098 del 2006 se establece como código de infancia y adolescencia, con el fin de establecer normas para la protección general de los niños, niñas y adolescentes. Estableciendo el cuidado de los derechos humanos establecidos en la constitución política y leyes, donde la protección será bajo obligación de su familia y el estado. Garantizando un buen ambiente, amor, felicidad y comprensión dentro de una familia y sociedad, esto para que prevalezca la dignidad en el ser humano e igualdad, sin presencia de dicha discriminación. Es por ello que, la ley

prevalece los derechos y responsabilidades de los niños en compromiso con los padres, sociedad y estado, para que tengan una formación escolar y en el desarrollo del individuo.

Según el MEN (1998), establece unos lineamientos curriculares que fueron debatidos junto con educadores de formación matemática, con el fin de enfocar o definir aspectos como sistemas y no como conjuntos. La cual se conforman en tres: En primera instancia, es llevar a cabo las matemáticas en diferentes aspectos como números, la geometría, medidas, datos estadísticos y demás. Desde un sistema de aprendizaje más comprensible a partir de sus estructuras, elementos y operaciones. Se menciona sobre la práctica de enseñanza llamado sistema simbólico que es el que se habla, pinta y escribe. También está el sistema conceptual que se identifica por el que piensa, construye y se maneja mentalmente. Además, está el sistema concreto que es donde el estudiante puede manejar conceptos.

### **Consideraciones éticas**

El presente estudio está ligado a los conceptos éticos que se establecen en las diferentes normativas y leyes que corresponden al ejercicio de la investigación desde la psicología, garantizando los principios de beneficencia de la población desde el primer acercamiento, hasta la aplicación de instrumentos y manipulación de datos.

En ese orden de ideas, la ley 1090 del 2006 comprende una serie de lineamientos que respaldan nuestro ejercicio investigativo, en donde estipula que la psicología es una ciencia

avalada para el ejercicio de la investigación en pro del bienestar y calidad de vida de las personas.

Así mismo, dicha ley en el título II, art. 2, de las disposiciones generales, indica los deberes del psicólogo en el proceso de la investigación: 1) Evaluación de técnicas, en donde la aplicación, publicación y utilización de instrumentos deben promover el bienestar y evitando el mayor riesgo posible en la población. 2) investigación con humanos, el cual se trata de respetar la dignidad y el bienestar de las personas que participen con su consentimiento. 3) Confidencialidad, es la obligación del investigador guardar en secreto los datos obtenidos del participante y será revelado solo a lo estipulado en el consentimiento informado. 4) Respetar el abandono voluntario, el cual se refiere a que el participante retire su consentimiento informado en cualquier momento, sin que por ello se creen perjuicios para continuar su cuidado y tratamiento. 5) El consentimiento informado, el cual se trata de un documento en donde el sujeto acepta voluntariamente ser parte de un procedimiento investigativo u otros en donde involucren ciertos riesgos.

Se debe agregar que, el presente estudio implica un nivel de riesgo mínimo, es así que la resolución 8430 de 1983, Título II, art 2, establece que la investigación de riesgo mínimo son los estudios prospectivos que solamente implica el registro de datos y recolección de información por medio de instrumentos o encuestas que no involucren riesgo físico ni mental.

Por otra parte, cabe recalcar que nuestro estudio está enfocado en la validación de un test para la identificación de habilidades matemáticas y posibles diagnósticos que pueden

obstaculizar el desarrollo óptimo del razonamiento lógico del adolescente. Es así que la ley 115 de 1994, expedida por ley general de educación define que los niños y adolescentes dentro del currículo debe incluir la asignatura de las matemáticas junto con ejercicios pedagógicos que impliquen la relación y solución de problemas numéricos.

## **Metodología**

### **Tipo de investigación**

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, ya que permitió obtener las propiedades psicométricas de un instrumento estandarizado y así poder calcular los datos normativos para la población adolescentes (Hernández et al., 2010).

### **Diseño de investigación**

Se trata de un estudio descriptivo transversal de corte psicométrico, debido a que la investigación nos permitió conocer y describir de manera detallada las propiedades psicométricas en una sola medida, de la forma B del instrumento WRAT en adolescentes que oscilan entre los 15 y 17 años, obteniendo así información confiable y relevante para ser utilizada en posteriores investigaciones (Hernández et al., 2010; Ortiz et al., 2020).

### **Población**

Según el plan de desarrollo territorial del 2022 del Dane (Dane, 2022) nuestra población de estudio está conformada por 17.505 estudiantes de Casanare de colegios públicos y privados entre los grados 9, 10 y 11 en la búsqueda realizada sobre los índices del ministerio de educación y en la secretaria de educación municipal, no se evidencian cifras actualizadas que nos permitieron realizar la caracterización de los siguientes datos: el rango de edad, el estrato y la zona que reside el adolescente ya sea rural o urbana.

## Muestra

Esperamos contar con una muestra mínima de 357 estudiantes, la cual fue obtenida por medio del cálculo de la fórmula para la identificación de muestras finitas (con una N=4869 estudiantes). Los parámetros de la obtención tuvieron en cuenta un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5%. La fórmula se presenta a continuación:

$$n = \frac{N \cdot Z_{\infty}^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (n - 1) + Z_{\infty}^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

**N**= Tamaño de la población

**n**= Tamaño de la muestra buscada

**Z**= Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)

**e** = Error de estimación máximo aceptado

**p**= Probabilidad que ocurra el evento estudiado (éxito) 0.5 Aguilar (2005)

**q**= (1 – p) Probabilidad que no ocurra el evento estudiado 0.5 Aguilar (2005)

Se buscó contar, con estudiantes de colegios públicos y privados del departamento de Casanare, siendo homogénea en las variables de tipo de colegio, grado académico, sexo y edad.

## Muestreo

Dadas las circunstancias de accesibilidad a la población, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, en donde buscamos colegios privados y públicos que nos dieron acceso a la muestra mínima de 500 estudiantes (Hernández et al., 2010). Participaron aquellos estudiantes que cumplieron con los criterios de inclusión que se presentan a continuación.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

Los criterios de inclusión fueron: a) adolescentes que estuvieran en el ciclo vital de adolescencia entre el rango de edad de los 15 a los 17 años y que estudiaran en instituciones educativas tanto privadas como públicas b) adolescentes que contaran con un desarrollo típico, es decir la ausencia de trastornos cognitivos que impidieran el desarrollo de las pruebas, esto corroborado por medio de la historia clínica y estimación del CI c) que presentaran el consentimiento informado totalmente diligenciado. Por lo tanto, el único criterio de exclusión fue: a) una vez no sean diligenciados o respondidos los reactivos de los instrumentos a aplicar, el participante será excluido del estudio.

### **Instrumentos**

#### ***Para la selección de la muestra***

**Anamnesis.** Se realizó un formato tipo historia clínica que permitió la recolección de datos sociodemográficos de los participantes. De igual manera, datos sobre probables antecedentes de enfermedad, lesiones cerebrales y posibles patologías cognitivas. Dicho formato fue adaptado por el semillero de Neurobap, permitiendo así el cumplimiento de los criterios de inclusión (ver Anexo 3).

#### ***Pruebas para la evaluación de variables***

**C.I Estimado.** Para obtener la estimación del cociente intelectual, se aplicó las subescalas de vocabulario y matrices del instrumento WISC-IV, el cual evaluó las aptitudes

intelectuales de niños y adolescentes entre los 6 a 17 años (Amador,2019). La escala de vocabulario se conforma por 36 ítems y evalúa el conocimiento léxico, la precisión conceptual y la capacidad expresiva verbal; mientras que la subescala de matrices se conforma por 35 ítems y evalúa los procesos de inteligencia fluida. Cada subescala tiene un tiempo de duración de 20 minutos (Wechsler 2015). Por otro lado, se contaba con la prueba WAIS que esta evaluaba aptitudes de adolescentes y adultos entre los 17 a 89 años de edad, la escala de vocabulario conformada por 30 ítems y evalúa la capacidad de aprendizaje, la riqueza verbal y la semántica, mientras que la subescala de matrices se conforma por 26 ítems y evalúa el razonamiento abstracto y el procesamiento de información (Amadro,2013).

Ahora bien, el C.I estimado se obtuvo a partir de la combinación de las medidas obtenidas de las sub-escalas de vocabulario y matrices, para ser transformadas a una puntuación de cociente intelectual por medio de las tablas de Sattler (2008) en donde se diseñó una metodología para identificar qué sub-escalas de las pruebas de Weschler tienden a predecir mejor el CI sin necesidad de aplicar la batería completa, siendo las subescalas de vocabulario y matrices una de las combinaciones que mejor estiman dicha medida.

Así mismo el WISC-IV y WAIS cuenta con una medida dependiente numérica que se transforma a percentil, su aplicación es individual y cuanta con una confiabilidad expresada para el WISC-IV su Alpha de Cronbach es de 0.88 y unos coeficientes promedios de estabilidad corregidos de rango de 0.90 por medio del test-retest (Amador,2019). Por otro lado, para el WAIS su coeficiente de fiabilidad varían según el grupo de edad y oscilan entre 0, 72 y 0,93 para

las pruebas y entre 0,87 y 0,97 para los Índices obtenidos por medio del test-retest (Amador, 2013).

**WRAT-IV.** Para obtener las puntuaciones en habilidades matemáticas en adolescentes se aplicó la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) de la forma B. Esta sub-prueba se administró de manera grupal, cuenta con 40 problemas escritos de dificultad creciente sobre aritmética, fracciones, decimales, números racionales y algebra que deben ser resueltos en 15 minutos. Cabe resaltar que, esta sub-prueba se estandarizó en dos países de América del Norte. En primer lugar, en Estados Unidos con una muestra de 3.021 participantes, en edades comprendidas entre 5 a 94 años. Por otro lado, en México con 1.318 estudiantes de 14 a 16 años. Es por ello que, la sub-prueba de cálculo matemático del WRAT tiene una validez adecuada y concurrente con dos evaluaciones de habilidades matemáticas como lo son las sub-pruebas escritas de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) y de aritmética del WISC. Entre tanto, el valor del  $\alpha$  de Cronbach es de 0,86 y su fiabilidad indica una buena consistencia interna para la subprueba en general (Abreu-Mendoza et al., 2019).

**Formato de validación por jueces.** La validación por jueces es un procedimiento que nace de la necesidad de estimar la validez de contenido de una prueba, en donde se contó con la participación de 5 jueces expertos en matemáticas, neuropsicología y cognición matemática. Para la evaluación de los reactivos se tuvo en cuenta tres aspectos: 1. Claridad: El ítem es fácil de comprender, caracterizado por una sintáctica y semántica adecuada. 2. Coherencia: El ítem tiene

relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo. 3. Relevancia: El ítem es esencial o relevante, es decir que debe ser incluido (Escobar et al., 2008).

Cada ítem tuvo una calificación en una escala de orden jerárquico, el cual fue diseñado de la siguiente manera: 1. No cumple con el criterio 2. Bajo nivel 3. Moderado nivel 4. Alto nivel (ver Anexo 1).

## **Procedimiento**

### **Fase 1**

Para el desarrollo de la investigación se realizó una primera fase, el cual fue la consulta de bases teóricas confiables como lo es: Google Académico, Scielo, Redalyc, entre otras. Cabe mencionar que los artículos que se buscaron para la investigación se tuvieron en cuenta su alto impacto, calidad que fue identificada en la página de Scimago, seleccionando cuartiles de Q1, Q2 y Q3. Posteriormente se procedió a la elección de un instrumento para poder evaluar las habilidades matemáticas en los adolescentes de 15 a 17 años, donde se optó por el Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) de la forma B, sub-prueba que se administra de manera grupal, conformada por 40 reactivos relacionados con problemas matemáticos que deben ser realizados en 15 minutos. Así mismo se buscó un instrumento para aplicar el CI estimado, con el fin de conocer el cociente intelectual de los adolescentes.

### **Fase 2**

Una vez seleccionados los instrumentos para la respectiva aplicación, se llevaron a cabo sesiones de capacitación de las pruebas del WRAT y del CI estimado, por medio del semillero de Neurobap. Seguidamente se procedió a la búsqueda de instituciones educativas en Casanare donde participó la ciudad de Yopal con colegios privados y públicos. También se vincularon instituciones públicas de los municipios de Tamara, Nunchía, Trinidad y Sabana larga. Cabe mencionar que la población a la que se le realizaron las pruebas fueron adolescentes entre los 15 a 17 años. En ese orden de ideas, al tener las instituciones seleccionadas se procedió al diseño de la carta de permiso (ver Anexo 4), en donde se les mencionó detalladamente el ejercicio a realizar con los estudiantes. Teniendo una vez el aval por los colegios, se concretó con el rector las fechas y horarios para la aplicación de las pruebas.

### **Fase 3**

Se realizó la aplicación de la sub-prueba del WRAT a estudiantes de 15 a 17 años de edad de los grados: noveno, decimo y once. Una vez teniendo sus consentimientos, se les indicó las instrucciones y condiciones para ser partícipes de dicha prueba, mencionándoles un tiempo 15 minutos para realizarla. Así mismo se les informó el objetivo del ejercicio, siendo este netamente académico y de investigación. Después de identificados los participantes voluntarios se hizo la entrega de una hoja en donde contenía los problemas matemáticos a realizar, junto con las instrucciones manifestadas verbalmente.

### **Fase 4**

Posteriormente, en una fecha distinta se procedió a la selección del 10% de los estudiantes para la aplicación de la prueba del CI estimado junto con la sub-prueba de Matrices y Vocabulario. La selección de la población fue avalada mediante la aceptación del consentimiento informado diligenciado por los padres de familia. Dichos instrumentos fueron aplicados de manera individual con un tiempo estimado de 20 minutos. Debe señalarse que, a cada estudiante se le indicó las respectivas instrucciones de forma clara, con el objetivo de obtener las puntuaciones más reales posibles.

#### **Fase 5**

Culminadas las aplicaciones de los instrumentos, se inició la calificación de las pruebas y sus resultados fueron transcritos en las bases de datos correspondientes para luego ser analizadas en los programas de análisis estadísticos, con el fin de finalizar el informe de investigación.

### Análisis de resultados

Los análisis de resultados se evaluaron por medio del programa SPSS versión 25 (IBM, 2017), donde se logró obtener los estadísticos descriptivos del instrumento y de la información recolectada. Se realizaron análisis de tendencia central donde contamos con datos estadísticos como: moda, mediana y media para la variable de edad. Por otro lado, se obtuvo la frecuencia de las variables de sexo, grado y tipo de colegio. Así mismo, se calculó las medidas de tendencia central, dispersión que es la desviación estándar y de distribución que es curtosis y asimetría para las puntuaciones totales del WRAT y cada una de sus dimensiones.

Se utilizó el estadístico de análisis Kappa de Fleiss para calcular la validez de contenido y juicio de expertos del instrumento. La Kappa de Fleiss es una medida estadística de concordancia entre evaluadores. Este estadístico se encuentra relacionado con el Kappa de Cohen, pero a diferencia del anterior este funciona para tres o más evaluadores (Bernal-García et al., 2020). Es así que, en la presente investigación se utilizó el estadístico Kappa de Fleiss que tomó los siguientes valores:

**Tabla 3.**

*Coefficiente Kappa de Fleiss fuerza de concordancia.*

<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
0.00	Pobre
0.1 - 0.20	Leve
0.21 - 0.40	Aceptable
0.41 - 0.60	Moderada
0.61 - 0.80	Considerable
0.81 - 1.0	Casi perfecta

**Fuente:** Adaptado de Bernal-García et al., (2020).

Para calcular la validez convergente se seleccionó el 10% de la muestra al azar, adicionalmente se les aplicaron pruebas de cociente intelectual estimado y con ella se realizó la validez convergente entre las medidas del WRAT total y el cociente intelectual de matrices puntuación directa y puntuación percentil. Para esto se utilizó el análisis de correlación de Spearman para pruebas no paramétricas y estos toman los siguientes valores, que se mida por proporciones de 0 a 1 siendo 0 el valor que indica no correlación y la dirección entendida por signos la cual indica correlación directa o inversa entre las variables (Alvarez et al., 2018).

Con respecto a los índices de dificultad, estos se obtuvieron mediante la fórmula que toma la diferencia entre el índice de dificultad sin corregir ( $I_d$ ) menos el número de alternativas menos 1 ( $q$ ) dividido en el número de participantes ( $K$ ) (Tamayo et al., 2020).

$$I_c = I_d - \left(\frac{q}{N}\right) \quad Q = P - 1$$

Así mismo, se categorizaron a partir de la tabla de valores de los índices de dificultad, en donde se indica que de 0.7 o mayor puntuación cumplen con la categoría de fácil, de 0.3 a 0.7 cumplen con categoría promedio y de 0.0 a 0.3 con el criterio de difícil (ver Tabla 2).

Por otro lado, para diferenciar a los participantes con diferentes niveles de desempeño, se calcularon los índices de discriminación por medio de una correlación bi-serial. A través del SPSS se calcularon los cuartiles para así determinar qué participantes pertenecen a un grupo superior (cuyo valor es 1) y quiénes al grupo inferior (en donde su valor corresponde al 2), e identificar cuántos del grupo superior contestaron correcta o incorrectamente cada reactivo.

Posterior a esto, se realizó una tabla cruzada, en donde se identificó cuántos participantes del grupo superior y cuántos del inferior contestaron correctamente el reactivo, para así calcular el índice de discriminación con la siguiente fórmula:

$$d = \frac{\#PersonasGS(Correcto) - \#PersonasGI(Correcto)}{Total\ PersonasGS}$$

Teniendo en cuenta la siguiente tabla de valores se determinó qué reactivos contaban con excelente o inadecuada discriminación.

**Tabla 4.**

*Interpretación de los índices de discriminación.*

Valor del Índice de discriminación (D)	Criterio
> 0.39	Excelente
0.30 – 0.39	Adecuado
0.20 – 0.29	Regular
0.1 – 0.20	Pobre
< 0.01	Inadecuado

**Fuente:** Adaptado de Muzzamil et al., (2020).

Con el fin de evaluar la confiabilidad de la prueba se utilizó el análisis alfa de Cronbach, para ver si los resultados del test son consistentes con relación a la población normativa evaluada. El coeficiente alfa de Cronbach identifica la covariación de los datos que deben estar entre 0 a 1, teniendo en cuenta los siguientes valores: un coeficiente menor a ,5 es inaceptable, mayor a ,5 es pobre, mayor a ,6 es cuestionable, mayor a ,7 es aceptable, mayor a ,8 es bueno y mayor ,9 es excelente. Esto quiere decir que entre más cerca esté el coeficiente a 1, más confiabilidad presentan los ítems del instrumento. En cambio, si son puntuaciones bajas se deduce que hay un error en los reactivos, en la calificación o improvisación de aplicación.

Finalmente, se establecieron los puntos de corte, en donde se hicieron comparaciones de las variables sociodemográficas de sexo y tipo de colegio. En primer lugar, para distinguir el efecto de las variables se realizó el cálculo de normalidad Kolmogorov- Smirnov, en donde la puntuación no seguía una distribución normal, por lo que se optó a realizar los estadísticos no paramétricos. Es así que, a cada una de ellas se realizó un análisis comparativo a través de U de Mann-Whitney para las variables de sexo y tipo de colegio. Por otra parte, se tuvo en cuenta el estadístico de Kruskal Wallis y Post-hoc el cual calcula 3 o más grupos, en el caso del grado de escolaridad vigentes en la investigación. En ese orden de ideas, a partir de las diferencias sociodemográficas que se identificaron los puntos de corte, por medio de percentiles.

### **Cronograma**

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades que se realizaron para el desarrollo del trabajo de grado. Con el fin de establecer un orden para llevar a cabo las tareas requeridas y así cumplir con los objetivos del proyecto.

**Tabla 5.**

*Cronograma de actividades.*

<b>Actividad</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
Búsqueda de información y artículos de investigación relevante.	x	x	x	X	x	x		x	x	x
Revisión informe de investigación.	x	x	x	X	x	x		x	x	
Búsqueda de colegios para la aplicación de las pruebas.					x	x				
Capacitación de las pruebas con el						x				

<b>Actividad</b>	<b>02</b>	<b>03</b>	<b>04</b>	<b>05</b>	<b>06</b>	<b>07</b>	<b>08</b>	<b>09</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
semillero NEUROBAP.											
Aplicación del Wrat.						X					
Aplicación de CI estimado.						X	X				
Calificación de pruebas WRAT.							X				
Base de datos WRAT. Calificación de CI estimado.							X		X		
Base de datos del CI estimado.									X		
Análisis estadísticos en el programa SPSS.									X		
Entrega final de trabajo.										X	
Aceptación trabajo de grado.											X
Evaluadores revisan el trabajo y hacen correcciones.											X
Exposición trabajo de grado.											X

**Fuente:** Elaboración propia.

## Resultados

### Análisis descriptivos y caracterización de la muestra.

A continuación, se presentan los resultados descriptivos de las variables sociodemográficas. Se evidenció en los resultados descriptivos de la variable de edad que la moda fue de 16, la media de 15.96, la mediana de 16.00 y la desviación estándar fue de 0.77.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los estadísticos de frecuencia de ciudad, tipo de colegio, cursos y sexo, con el fin de saber la cantidad de participantes por cada variable.

**Tabla 6.**

*Estadísticos de frecuencia para variables categóricas.*

<b>Variables</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Ciudad</b>		
Chámeza	46	9.2%
Nunchia	31	6.2%
Sabanalarga	41	8.2%
Támara	61	12.2%
Trinidad	55	11.0%
Yopal	266	53.2%
Total	500	100.0%
<b>Tipo de colegio</b>		
Público	411	82.2%
Privado	89	17.8%
Total	500	100.0%
<b>Curso</b>		
Noveno	53	10.6%
Decimo	212	42.4%
Once	235	47%
Total	500	100%
<b>Sexo</b>		
Mujer	280	56%
Hombre	220	44%
Total	500	100.0%

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una tabla cruzada para identificar la frecuencia de participantes de los diferentes grados académicos según cada tipo de colegio. Se evidenció que hubo un 12,2% de participantes de noveno, un 39,2% de participantes de decimo y un 48,7% de participantes de once en colegio público. Por otro lado, hubo un 3,4% de participantes del grado noveno, un 57,3% de grado decimo y un 39,3% de grado once de colegio privado, para un total de participantes del curso noveno de 10,6%, de decimo el 42,4% y de once un 47%.

**Tabla 7.**

*Relación tipo de colegio con curso.*

<b>Tipo de colegio</b>	<b>Público</b>	<b>Privado</b>	<b>Total</b>
<b>Curso</b>			
Noveno	50	3	53
Decimo	161	51	212
Once	200	35	235
Total	411	89	500

**Fuente:** Elaboración propia.

Se realizó una tabla cruzada para identificar la frecuencia de participantes de los diferentes grados académicos según su sexo. Se evidenció que hubo un 8,2% de mujeres y un 13,6% de hombres de noveno, un 44,3% de mujeres y un 40% de hombres de decimo y un 47,5% de mujeres y un 46,4% de hombres once.

**Tabla 8.**

*Relación curso con sexo.*

<b>Sexo</b>	<b>Mujer</b>	<b>Hombre</b>	<b>Total</b>
<b>Curso</b>			
Noveno	23	30	53
Decimo	124	88	212
Once	133	102	235
Total	280	220	500

**Fuente:** Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra los estadísticos descriptivos del WRAT, donde cabe mencionar que se eliminaron los siguientes ítems 17, 31, 35, 36 y 38 ya que su nivel de discriminación se ubicó en la categoría “pobre”. Se evidenció en el factor de aritmética una simetría inferior a la media; a diferencia de los factores de fracciones, algebra, números racionales y sumatoria total del WRAT la asimetría coincide la media y la mediana. Se evidencia una curtosis leptocúrtica en aritmética, números racionales y sumatoria la cual es mayor a 0. Por su parte, fracciones y algebra tienen una curtosis mesocúrtica porque es igual a 0.

**Tabla 9.***Medidas de frecuencia del WRAT.*

<b>Variable</b>	<b>X</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Asimetría</b>	<b>Curtosis</b>
Aritmética (ítems 1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11,12,13,14,15, 16,22,24,25,26,33, 36)	15.8657	16	2.80	-1.911	8.666
Fracción y Algebra (ítems 17,18,19,20,21,27, 29,30,32)	2.0220	2	1,67	0.965	0.751
Números Racionales (ítems 23,28,31,34,35,37, 38,39,40)	1.0340	1	1.26	1.469	2.043
Total WRAT	18.7335	18	4.55	-0.082	2.131

**Fuente:** Elaboración propia.**Análisis de validez de contenido del WRAT forma b.**

Para evaluar la validez de contenido se realizó el análisis de Fleiss Kappa. En primera medida, se incluyeron los 40 reactivos del WRAT donde se evaluó la coherencia, relevancia y claridad. De este modo, los resultados mostraron un índice de concordancia en la categoría "pobre"

(ver Tabla 10) según la evaluación de los jueces. Posteriormente, se revisó qué reactivos de la prueba tenían puntuaciones de 1 en las categorías de coherencia, relevancia o claridad, lo cual indicaba que el ítem no cumplía con alguno de los criterios. Se identificó que los ítems 17, 31 y 36 presentaron valores bajos, por lo que se eliminaron y se realizaron de nuevo los análisis de concordancia con los 37 ítems (ver Anexo 1). Luego de la eliminación de los ítems, el índice de concordancia para las tres variables siguió teniendo puntuaciones en la categoría “pobre”. En la siguiente tabla se evidencian los resultados obtenidos en el Kappa de Fleiss con base a cada variable.

**Tabla 10.**

*Índice de concordancia entre evaluadores.*

	Coherencia		Relevancia		Claridad	
	Fleiss Kappa	p	Fleiss Kappa	p	Fleiss Kappa	p
<b>WRAT con 40 reactivos</b>	-0.16	<.001	-0.19	<.001	-0.16	<.001
<b>WRAT con 37 reactivos</b>	-0.18	<.001	-0.21	<.001	-0.18	<.001

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que, de los cinco jueces, sólo uno de ellos evaluó cada uno de los 37 reactivos finales con puntuaciones en la categoría de “bajo nivel” o “moderado nivel”, por lo que estos resultados pueden estar afectando el índice de concordancia, ya que, al considerar la puntuación de los demás jueces, hubo correlación en sus resultados en la categoría de evaluación “nivel alto”. Así, la probabilidad condicional obtenida en la categoría de “nivel alto” para Coherencia fue de 0.76,  $p < .001$ ; para relevancia 0.51,  $p < .001$  y 0.78,  $p < .001$  para Claridad, lo que indicaría que la calificación por parte de los jueces en la categoría “nivel alto” para todos los ítems es más frecuente y tendría la prueba un índice de concordancia

considerable. Es por ello que, posteriores análisis se realizaron teniendo en cuenta la puntuación de los 37 reactivos.

### **Análisis de ítems: índice de discriminación y dificultad del WRAT forma b.**

Ahora bien, con respecto a los índices de dificultad, los reactivos 1 al 15 fueron catalogados como “fáciles”, los reactivos 16, 18, 21, 22, 23, 25 y 26 catalogados con una categoría de “promedio” y los reactivos 19, 20, 24, 27, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 38, 39 y 40 con una de “difícil”. Así mismo, con el cálculo de los índices de discriminación se identificó que los reactivos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 20, 27, 33 y 39 cuentan con índices “pobres”, los reactivos 9, 12, 32, 34 y 36 con índices “regulares”, los reactivos 14, 15, 19, 21, 24 y 30 con índices “indicados” y finalmente los reactivos 13, 16, 18, 22, 23, 25, 26, 28 y 29 con índices de discriminación “excelentes”.

Teniendo, así como resultado en la correlación bi-serial, que los ítems 12, 13, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34 y 37 fueron clasificados como “excelentes”, los ítems 3, 5, 7, 9, 10, 14, 15, 25, 27, 33 y 39 categorizados como “adecuados”. Los ítems 1, 2, 4, 6, 8, 11, 20 y 40 como “regular”, y finalmente los ítems 35, 38 y se categorizaron como “pobres” siendo estos eliminados (ver Tabla 11).

### **Tabla 11.**

*Índices de dificultad, discriminación y correlación bi-serial.*

Ítem	Índice de dificultad	Índice de discriminación	Correlación bi-serial
1	0.98	0.06	0.28
2	0.96	0.12	0.29
3	0.99	0.08	0.37
4	0.98	0.07	0.28
5	0.98	0.09	0.3
6	0.95	0.09	0.21
7	0.92	0.17	0.31
8	0.94	0.15	0.28
9	0.89	0.21	0.3
10	0.97	0.13	0.35
11	0.95	0.11	0.26
12	0.93	0.22	0.42
13	0.76	0.55	0.48
14	0.77	0.36	0.34
15	0.82	0.36	0.38
16	0.66	0.55	0.44
18	0.56	0.61	0.5
19	0.25	0.48	0.48
20	0.06	0.15	0.29
21	0.7	0.57	0.47
22	0.36	0.64	0.55
23	0.38	0.63	0.55
24	0.21	0.35	0.39
25	0.45	0.53	0.38
26	0.3	0.58	0.5
27	0.05	0.13	0.36
28	0.24	0.41	0.44
29	0.19	0.50	0.58
30	0.13	0.37	0.51
32	0.08	0.21	0.47
33	0.1	0.18	0.33
34	0.11	0.24	0.42
35	0.01	0.02	0.13
37	0.08	0.22	0.44
38	0	0.01	0.13
39	0.04	0.11	0.33
40	0.01	0.03	0.2

**Fuente:** Elaboración propia

### **Análisis de validez convergente del WRAT forma b.**

Por otro lado, para evaluar la validez convergente se realizó el análisis de correlación de Spearman. En primera instancia, los resultados de la correlación entre las medidas del WRAT total

y el cociente intelectual de matrices PD (puntuación directa) fueron “bajas”, con un valor de rho (60) = -0.03,  $p=.789$ . Luego se realizó una correlación entre las medidas del WRAT total y el cociente intelectual de matrices PE (percentil) las cuales fueron “bajas”, con un valor de rho (60) = 0.22,  $p=.081$ .

### **Análisis de confiabilidad del WRAT forma b.**

Por otro lado, a nivel general la prueba total del WRAT dio un nivel de confiabilidad catalogado como “bueno”. Por su parte, en las dimensiones de aritmética, fracciones y algebra básica obtuvieron un valor denominado “aceptable” y el dominio de números racionales fue catalogado como “pobre”. Las puntuaciones de cada dominio se pueden observar en la Tabla 12.

**Tabla 12.**

*Estadísticos de confiabilidad Alpha de Cronbach por dominio.*

<b>Estadísticos de Confiabilidad</b>	
<b>Variable</b>	<b>A</b>
Aritmética	0.75
Fracciones y algebra básica	0.70
Números racionales	0.58
WRAT Total	0.83

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Efecto de variables sociodemográficas y obtención de los puntos de corte del WRAT forma b.**

Finalmente, para conocer el efecto de las distintas variables sociodemográficas sobre la puntuación de la prueba, se realizó el cálculo de normalidad, en donde se identificó que la muestra

no sigue una distribución normal ( $K-S=0.08$ ,  $p<.001$ ). Por lo anterior, cada uno de los análisis posteriores se realizaron con estadísticos no paramétricos. Los resultados mostraron que no hubo diferencias entre las puntuaciones del WRAT total entre hombres y mujeres, **mientras que hubo diferencia estadística significativa entre el tipo de colegio y las puntuaciones del WRAT, en donde los estudiantes del colegio privado tuvieron una puntuación media y mediana mayor que los del colegio público (ver Tabla 13).**<sup>[pa1]</sup>

**Tabla 13.**

*Efecto del sexo y el tipo de colegio sobre el WRAT total.*

		<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>Mdn</b>	<b>Rango</b>	<b>U</b>	<b>p</b>
<b>Sexo</b>	<b>Masculino</b>	19.41	5.22	19.00	33	28612	.192
	<b>Femenino</b>	19.10	4.60	18.50	35		
<b>Tipo de colegio</b>	<b>Público</b>	18.32	4.29	18.00	32	7787	<.001
	<b>Privado</b>	23.46	5.21	23.00	23		

**Fuente:** Elaboración propia. Análisis U de Mann-Whitney.

Así mismo, se realizó un análisis de efectos del curso sobre el desempeño de la prueba total. Los análisis mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes cursos en la puntuación total de la prueba (Kruskall Wallis=28.36,  $p<.001$ ). A nivel post hoc, se vio que el grado noveno tuvo puntuación inferior al grado décimo ( $p=.002$  IC95% [4.49, -.78]) y que el grado once ( $p=.000$  IC95% - [5.12, - 1.83]). Décimo presentó una puntuación promedio menor que noveno ( $p=.002$  IC95% -. [78, - 4.05]) y que el grado once ( $p=.032$  IC95% - [2.04, - .07]).

**Tabla 14.***Análisis del efecto del curso, sobre el desempeño de la prueba total del WRAT forma b.*

<b>Tipo de colegio</b>	<b>Grado</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>Mdn</b>	<b>Rango</b>
<b>Público</b>	<b>Noveno</b>	15.82	4.25	16.00	26
	<b>Décimo</b>	17.58	3.82	17.50	28
	<b>Once</b>	18.63	3.98	18.00	30
<b>Privado</b>	<b>Noveno</b>	20.33	7.50	20.00	16
	<b>Décimo</b>	21.37	4.12	21.00	18
	<b>Once</b>	24.83	4.57	24.00	16
<b>Total colegio, colegio público y privado</b>	<b>Noveno</b>	16.08	4.51	16.00	28
	<b>Décimo</b>	18.49	4.21	18.00	28
	<b>Once</b>	19.55	4.62	19.00	33

**Fuente:** Elaboración propia. Análisis Kruskal Wallis.

Por lo tanto, se establecieron los puntos de corte con los percentiles para cada uno de los tipos de colegio y grados académicos que se pueden ver en la Tabla 15.

**Tabla 15.***Cálculo de los percentiles de los tipos de colegio (público/privado) y grados académicos.*

<b>Puntuación percentil</b>	<b>Puntuación directa</b>					
	<b>Noveno</b>	<b>Colegio público Décimo</b>	<b>Once</b>	<b>Noveno</b>	<b>Colegio privado Décimo</b>	<b>Once</b>
1	-	0-5	0-8	-	-	-
2	0	-	9-12	-	0-12	-
3	1-3	-	13	-	13	-
4	4-5	6-11	-	-	-	-
5	6-8	-	-	-	-	0-17
6	-	12	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-
8	-	-	14	-	-	18
9	-	-	-	-	14	-
10	-	13	-	-	15	-

Puntuación percentil	Puntuación directa					
	Noveno	Colegio público Décimo	Once	Noveno	Colegio privado Décimo	Once
11	-	-	-	-	16	19
12	-	-	-	-	-	-
13	9-11	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-
15	12	-	15	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	17	20
20	-	14	-	-	-	-
21	13	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	18	-
24	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-
26	-	-	16	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-
28	-	-	-	0-13	-	-
29	-	-	-	-	-	-
30	-	15	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	14	-	-
33	-	-	-	-	-	21
34	-	-	-	-	19	-
35	14	-	-	15	-	-
36	-	-	-	-	-	-
37	-	-	-	-	-	-
38	-	-	-	-	-	-
39	-	-	17	16	-	-
40	-	-	-	-	20	-
41	-	16	-	-	-	22
42	-	-	-	17	-	-
43	15	-	-	-	-	-
44	-	-	-	-	-	-
45	-	-	-	-	-	-
46	-	-	-	18	-	-
47	-	-	-	-	-	23
48	-	-	-	-	-	-
49	-	-	-	19	-	-
50	-	17	-	-	-	-
51	-	-	18	-	-	-
52	-	-	-	-	-	-
53	-	-	-	20	21	-
54	-	-	-	-	-	-
55	-	-	-	-	-	24
56	16	-	-	21	-	-
57	-	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	-	-

Puntuación percentil	Puntuación directa					
	Noveno	Colegio público Décimo	Once	Noveno	Colegio privado Décimo	Once
59	-	-	-	22	-	-
60	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-
62	-	-	-	23	-	25
63	-	18	19	-	22	26-27
64	-	-	-	-	-	-
65	-	-	-	24	-	-
66	-	-	-	-	-	-
67	-	-	-	-	23	-
68	17	-	-	25	-	-
69	-	-	-	-	-	-
70	-	-	-	-	-	-
71	-	19	-	26	-	-
72	-	-	20	-	-	28
73	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	27 - 35	-	-
75	-	-	-	-	-	-
76	-	-	-	-	-	-
77	-	20	-	-	-	29
78	-	-	-	-	-	-
79	-	-	21	-	-	-
80	-	-	-	-	24	-
81	-	-	-	-	-	-
82	18	-	-	-	25	-
83	-	21	-	-	-	-
84	-	-	-	-	-	-
85	-	-	22	-	-	-
86	19	-	-	-	-	-
87	-	-	-	-	-	30
88	20	-	-	-	26	31
89	-	-	-	-	-	-
90	-	22	23	-	-	-
91	-	-	-	-	-	-
92	-	-	24	-	-	-
93	21	-	-	-	-	-
94	22	23	-	-	27	-
95	-	24	-	-	28	-
96	23	-	25	-	29	-
97	-	-	-	-	-	32-35
98	24 - 35	25	26	-	30-35	-
99	-	26 -35	27-35	-	-	-

**Fuente:** Elaboración propia.

## Discusión

El objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades psicométricas de la prueba WRAT en su forma B de evaluación de habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años, se aplicó a 500 estudiantes de colegios públicos y privados del departamento de Casanare. A nivel general se identificó que tanto en la validación mexicana como en nuestra investigación, se obtuvieron como resultado que la estructura interna de la prueba es adecuada y sus ítems que evalúan apropiadamente la capacidad matemática en los adolescentes colombianos.

Con respecto a los índices de dificultad se obtuvo que 15 reactivos fueron catalogados como fáciles, 7 promedio y 13 como difíciles. Sobre los índices de discriminación, 15 ítems se catalogaron como “pobres”, 6 como “regulares”, 6 como “indicados” y 9 como “excelentes”, obteniendo en la correlación bi-serial 16 ítems “excelentes”, 9 como “adecuados”, 8 como “regulares” y finalmente 2 como “pobres”. Lo cual nos permite identificar que la prueba, según las puntuaciones de la población adolescente que reside en Casanare, en especial, en los factores de números racionales, fracciones y álgebra básica, son “difíciles”, debido a que en ellos se presentaron puntuaciones bajas.

Hurtado (2008) explica que reactivos deben ser proporcionalmente distribuidos en una prueba, ya que se busca que esta cuente con diferentes niveles de dificultad en los ítems y con distribución aleatoria con respecto a su dificultad, pues se ha comprobado que, presentando los ítems de manera aleatoria, mas no por grado de dificultad y con diferentes niveles, permite que se garanticen dos principales objetivos: Primero, que el evaluado logre culminar la prueba a

totalidad, pues se disminuye la probabilidad de que decida desertar después de cierto ítem cuando note que el grado de dificultad ha aumentado y segundo, que se logre evaluar a plenitud el constructo, teniendo en cuenta lo más básico a lo más avanzado del mismo.

A comparación de la validación mexicana (Abreu-Mendoza et al., 2018), los estudiantes también presentaron dificultades en resolver problemas donde se involucraba la resolución de ecuaciones con fracciones, en donde su media fue de 3 puntos por encima lo cual nos permitió identificar que esto es debido a la similitud que el sistema educativo de México tiene con el de Colombia.

Es por ello que no se puede afirmar como primera conclusión que la prueba es difícil, ¿entonces qué hace que la prueba en Colombia sea puntuada como tal? Como se expuso en la revisión de la literatura, el principal aspecto que incide en el desarrollo de habilidades matemáticas es la calidad de educación con la que cada país cuenta. Murcia et al., (2015) en su revisión sistemática identificaron que Colombia ha sido y sigue siendo un país donde el desempeño académico es bajo, basándose en los resultados PISA, SERCE y TIMSS del 2012 donde Colombia en un ranking de 65 países quedó posicionada en el puesto 62, o que Colombia obtuvo un puntaje de 391 en el área de matemáticas en las pruebas PISA del 2018, encontrándonos por debajo promedio estándar de la OCDE que es de 489 puntos (MinEducación, 2021).

Dejando en claro que las habilidades matemáticas en Colombia han sido poco atendidas con respecto a su entrenamiento y desarrollo. Por ende, ante la aplicación de un test validado en

países donde la educación tiene una calidad mucho más alta que en Colombia, como lo es la validación realizada por Wilkinson et al., (2006) en Estados Unidos, los resultados pueden resultar bajos, por lo que la prueba para la población normativa se considera como difícil.

Por su parte, el resultado de la presente investigación mostró que la sub-prueba WRAT en su forma B, es un instrumento válido y confiable para evaluar las habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años de edad. La cual, se encontró una puntuación similar en la consistencia interna con la investigación de México Abreu-Mendoza et al., (2019) donde a nivel general de la prueba, se obtuvo un valor de confiabilidad buena, realizando eliminación de ítems. Permitiendo de este modo, darle respuesta teóricamente a la importancia de contar con una prueba válida y confiable ya que la validez, según Syahfitri et al., (2019), tiene un efecto positivo dentro de una investigación, debido a que esta permite determinar la calidad y facilita la medición de variables detectadas en el campo de observación. Además, Lozano et al., (2013) refiere que la validez es un proceso mediante el cual, podemos evaluar que el constructo mida lo que dicha teoría pretende medir. También, Im et al., (2019) menciona en su investigación que el test debe ser confiable y efectivo, garantizando que los ítems y factores sean acorde con el tema de interés que se desea investigar.

Por otro lado, encontramos la validez convergente la cual evalúa dos test cuyo constructo sea similar, en este caso la sub-prueba de cálculo matemático WRAT y el cociente intelectual en la sub-escala matrices. Es por esto que, se esperaba tener una correlación alta y significativa ya

que en teoría se está midiendo las matemáticas donde se emplean habilidades de inteligencia fluida para realizar la resolución de problemas aritméticos.

Sin embargo, se obtuvieron puntuaciones de índice de validez convergente “bajo”, es por esto que nos surge la siguiente pregunta ¿porque no existe una correlación entre estas dos variables? Para ello, se realizó una revisión de diferentes investigaciones en la cual se identificó que la comunidad estudiantil de México y Estados Unidos obtuvieron buenos resultados en la sub-prueba de cálculo matemático, como también una correlación adecuada entre las puntuaciones del WRAT y las puntuaciones del CI del WISC a comparación de la población colombiana, quienes de entrada puntuaron nivel “bajo” en los resultados del WRAT por lo cual se vio afectada la validez convergente entre dichas pruebas (Abreu-Mendoza et al., 2019).

Posiblemente estos resultados indiquen que un bajo desempeño en una de las pruebas puede afectar directamente la correlación entre estas dos variables.

Por otra parte, para establecer los valores percentiles, primeramente, se realizaron análisis de efectos demostrando en los resultados que no existe diferencia entre el género (mujeres y hombres) en las habilidades matemáticas. Lo anterior sugiere consistencia con (González et al., 2003; Hide et al., 2018; Doyle et al., 2016; Ghasemi et al., 2020; Agyei et al., 2018) donde identificaron que no hubo diferencia entre ambos grupos, expresando que las mujeres y los hombres tienen similar capacidad para el desarrollo de habilidades relacionadas con el pensamiento matemático.

Según Arsalidou et al., (2010) menciona que a medida que se avanza en el desarrollo, las estructuras cerebrales vinculadas para el fortalecimiento de las habilidades matemáticas, tales como circuitos relacionados con el lóbulo parietal, temporal, prefrontal y el bucle cortico-talámico, estas siguen una mejor dinámica. Dehaene y cohen (1997) Refieren también que a medida que avanza el grado y avanza la edad del estudiante, junto con la estimulación que van adquiriendo en clase, estos tienen un mejor desarrollo, lo que explicaría las diferencias.

Lo anterior coincide con estudios de (Gilmore et al., 2018; Geary et al., 2000; Artemenko et al., 2018; Barrios et al., 2021; Vargas 2019; Dehaene et al. 1997; Arsalidou et al., 2010; Vargas 2013) donde comentan que la persona, durante su desarrollo adquiere nuevos conocimientos, generando una plasticidad cerebral, permitiéndole que sus habilidades cognitivas sean más competitivas respecto a la administración de ideas, razonamiento, análisis y solución de problemas matemáticos.

Respecto al tipo de colegio, se evidencia que las personas que se encuentran realizando sus estudios en colegios públicos tienen menos posibilidad de acceso a herramientas, como si lo gozan aquellos que pertenecen a instituciones privadas, donde poseen la oportunidad de mayor accesibilidad a beneficios tanto económicos como de aprendizaje.

Estudios similares de (López et al., 2015; Zacharopoulos et al., 2021; Matute et al., 2007; Tustón 2009) mostraron que, los estudiantes de colegios públicos tienen bajo desempeño en habilidades matemáticas, a causa del sistema educativo o modelo curricular, menos acceso a educación formal y a oportunidades e incluso, al bajo nivel de escolaridad de los padres que implica efecto al desarrollo de las habilidades cognitivas de estos adolescentes. De hecho, se

evidenció en la investigación que en los participantes de onceavo grado de colegio público, no alcanzaron el nivel de puntuación de los de noveno de colegio privado.

Se podría agregar finalmente que, a pesar de las diferencias que persistieron entre ambos tipos de colegio, estos no tuvieron una puntuación alta, lo que indica posibles factores subyacentes asociados al sistema educativo en Colombia. Lo anterior, se confirma en los resultados de las pruebas PISA 2019, donde los estudiantes colombianos se posicionaron con un puntaje inferior al de otros países (MinEducación,2019).

## **Conclusiones**

La prueba WRAT en su forma B a través de su proceso de validación demostró ser adecuada y confiable para hacer uso y aplicación en el contexto educativo colombiano.

Así mismo, con respecto a los índices de dificultad arrojaron que la prueba puntúa como difícil. Sin embargo, los índices de discriminación y correlación bi-serial arrojaron índices adecuados, lo cual permite inferir que la prueba es considerada como difícil no por efectos piso, a pesar que existe una mayoría de ítems difíciles esto no se da por efectos piso si no por deficiencia en el desarrollo de las habilidades matemáticas de la población estudiada.

Por otro lado, en las distintas variables sociodemográficas sobre el desempeño de la prueba total, se evidenció en el análisis diferencias estadísticamente significativas en las variables de tipo de colegio y grado académico a excepción de la variable sexo, en donde mostró homogeneidad entre ambos grupos en la puntuación de la prueba.

### **Recomendaciones**

Se sugiere realizar análisis adicionales para confirmar los resultados que se obtuvieron a partir de los análisis realizados, como lo es el análisis factorial confirmatorio.

Así mismo, en la validación de contenido a través de la validez por expertos sería ideal contar con un mayor número de jueces que evalúen la prueba.

## Referencias

- Abreu-Mendoza, A. Chamorro. Y. Matute, E. (2019). Psychometric properties of the WRAT math computation subtest in Mexican adolescents. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(8), 957-972. <https://doi.org/10.1177/0734282918809793>
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco. *Salud en Tabasco*.(22), 1-2. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Alcaldía de Yopal (04 de mayo del 2020). *Gov.co*. PROYECTO DE ACUERDO DE PLAN DE DESARROLLO YOPAL CIUDAD SEGURA 2020 –2023. <http://www.yopal.casanare.gov.co/normatividad/proyecto-de-acuerdo-de-plan-de-desarrollo-yopal-ciudad>
- Amador, J. Forns, M. (2019). Escala de inteligencia de Wechsler para niños, quinta edición: WISC-V. *facultad de psicología*  
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/127676/1/WISC-V.pdf>
- Amador, J. A. (2013). Escala de inteligencia de Wechsler para adultos-IV (WAIS-IV).  
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33834/1/Escala%20de%20inteligencia%20de%20Wechsler%20para%20adultos-WAIS-IV.pdf>
- Arsalidou, M. Taylor, M. (2011). Is  $2+2=4$ ? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *Neuroimage*, 54(3), 2382-2393.  
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.10.009>
- Artemenko, C. Soltanlou, M. Ehliis, A. Nuerk, H. Dresler, T. (2018). The neural correlates of mental arithmetic in adolescents: a longitudinal fNIRS study. *Behavioral and brain functions*, 14(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12993-018-0137-8>.
- Agyei, D., & Eyiah-Bediako, F. (2018). Gender Differences In Mathematics Performance: Some Fresh Insights. *Gender and Behaviour*, 6(1). <https://doi.org/10.4314/gab.v6i1.23401>
- Baron, I. (2005). Test review: Wechsler intelligence scale for children-(WISC-IV). *Child Neuropsychology*, 11(5), 471-475.<https://doi.org/10.1080/09297040590951587>
- Barrios, M., y Cosculluela, A. (2013). Fiabilidad. En J. Meneses. (Ed.), *Psicometría* (pp. 75-140). Editorial UOC.

- Barrios , O. Díaz, E. Escalante , J. Seña, R. (2021). *La lúdica digital como estrategia pedagógica para fortalecer las competencias matemáticas en los estudiantes de primer semestre de administración de empresas*, [Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena, centro tutorial San Juan Nepomuceno, Bolívar]. Biblioteca Universidad de Cartagena.
- Bornemann, B. Foth, M. Horn, J. Ries, J. Warmuth, E. Wartenburger, I. Van der Meer, E. (2010). Mathematical cognition: individual differences in resource allocation. *Zdm*, 42(6), 555-567. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0253-x>
- Borovik, A. Gardiner, T. (2007). Mathematical abilities and mathematical skills. *Manchester Institute for Mathematical Sciences School of Mathematics*. 1(2), 1-10. <https://doi.org/10.5220/0010591404070413>
- Bernal, M. Jiménez, D. Gutiérrez, N. Mesa, M. (2020). Validez de contenido por juicio de expertos de un instrumento para medir percepciones físico emocionales en la práctica de disección anatómica. *Educación médica*, 21(6), 349-356. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2018.08.008>.
- DANE (2022). Educación formal (EDUC). Tomado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/educacion/poblacion-escolarizada/educacion-formal#informacion-2021-por-departamento>.
- Doyle, R. A., & Voyer, D. (2012). Stereotype Threat and Gender Differences in Math and Spatial Performance: A Meta-Analysis. *PsycEXTRA Dataset*. <https://doi.org/10.1037/e502412013-631>
- Pérez, J. Cuervo, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.
- Erazo, G. Santos, D. Pilco, A. Llanga, J. (2019). Análisis de validez y confiabilidad del Test de personalidad Big Five en estudiantes universitarios de Ecuador. *Revista puce*, (109), 25-44. <https://doi.org/10.26807/revpuce.v0i109.244>
- Espinoza, R. (2022). Déficit de la habilidad matemática en estudiantes de segundo grado de dos instituciones educativas. *Universidad César Vallejo*. 22 (2), 23-67. <https://doi.org/10.6035/14116.2016.452207>

- Fan, J. Upadhye, S. Woster, A. (2006). Understanding receiver operating characteristic (ROC) curves. *Original Research*, 8(1), 19-20. <https://doi.org/10.1017/s1481803500013336>
- Fonseca, P. Olabarrieta, L. Rivera, D. Arelis, A. Jiménez, X. Barajas, B. Arango, J. (2015). Situación actual de la práctica profesional de la neuropsicología en México. *Psicología desde el Caribe*, 32(3), 343-364.
- Formoso J, Barreyro P, Injoque Ricle I, Jacobovich P, (2017). Evaluación de habilidades matemáticas básicas en niños de 4 años de edad. *Subjetividad y Procesos Cognitivos*; 21 (2), 42-58. <http://hdl.handle.net/11336/73138>.
- González, R. (2003). Diferencias de género en el desempeño matemático de estudiantes de secundaria. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. 15(2), 129-161. <https://doi.org/10.17227/rce.num74-6907>
- Ghasemi, E. (2020). Southwest Educational Research Association: A Meta-Analysis of Gender Differences in Variance Ratio, Number of High-Achieving Students, and General Achievements in Mathematics. *Proceedings of the 2020 AERA Annual Meeting*. <https://doi.org/10.3102/1647056>
- Gilmore, C. Göbel, S. Inglis, M. (2018). An Introduction to Mathematical Cognition. En Taylor & Francis (Ed.), *Arimathic Skills* (Págs. 154-155). Reino Unido: Editorial Routledge
- Im, G. Shin, D. Cheng, L. (2019). Critical review of validation models and practices in language testing: their limitations and future directions for validation research. *Lang Test Asia*, 9(4), 1-26. <https://doi.org/10.1186/s40468-019-0089-4>
- Hernández, R. Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. (5a ed.) Tea Ediciones.
- Huarachi, V. (2021). Validez del test de matrices progresivas Escala coloreada de Raven en estudiantes de 6 a 11 años. *Warisata Revista de Educación*, 3(7), 10-27. <https://doi.org/10.33996/warisata.v3i7.255>
- Hurtado. L. (2018). Relación entre los índices de dificultad y discriminación. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 12(1), 273-300. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.12.614>

- IBM (2017), IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp. <https://www.ibm.com/support/pages/how-cite-ibm-spss-statistics-or-earlier-versions-spss>.
- Instituto Colombiano para el Fomento y Evaluación Superior. (13 octubre del 2019). *Icfes.gov.co*. Marco de referencia de la prueba de matemáticas Saber 11. Ministerio de educación colombiana. <https://www.icfes.gov.co/documents/39286/1873886/Gu%C3%ADa+de+orientaci%C3%B3n+Saber+11.%C2%B0+2021-1+Pdf+accesible.pdf/c69426f6-18be-2d6b-c7b8-430ef474f871?version=1.0&t=1647583132270>
- Jaeger, J. (2018). Digit Symbol Substitution Test. The Case for Sensitivity Over Specificity in Neuropsychological Testing. *Journal of Clinical Psychopharmacology*, 38(5), 513-519. <https://doi.org/10.1097/jcp.0000000000000941>
- Janssensd, C. Martens, F. (2020). Reflection on modern methods: Revisiting the area under the ROC Curve. *International Journal of Epidemiology*, 49(4), 1397-1403. <https://doi.org/10.1093/ije/dyz274>
- Lázaro, P. (2013). Los problemas escolares en la adolescencia. *Pediatría integral*, 17(2), 117-127. <https://www.pediatriaintegral.es/wpcontent/uploads/2013/xvii02/05/117-127%20Problemas%20escolares.pdf>.
- Lino, L. González, L. Castro, J. Lino, W. (2021). Aplicación, cálculo e importancia de la sensibilidad, especificidad y valor predictivo de las pruebas de diagnóstico en el laboratorio clínico. *Dominio de las ciencias*, 7(3), 685-709. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2020>
- Looi, J. Krause, B. Kadosh, R. (2016). The neuroscience of mathematical cognition and learning. *OECD Education Working Papers*, 136 <https://doi.org/10.1787/5jlwmn3ntbr7-en>
- López, S. Valenzuela, B. (2015). Niños y adolescentes con necesidades educativas especiales. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 42-51 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864015000085>
- Lozano, L. Turbany, J. (2013). Validez. En J. Meneses. (Ed.), *Psicometría* (pp. 141-199). Editorial UOC.
- Manterola, C. Grande, L. Otzen, T. Garcia, N. Salazar, P. Quiroz, G. (2018). Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y

- aplicaciones en la práctica clínica. *Revista chilena de infectología*, 35(6), 680-688.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182018000600680>.
- Manterola, C. (2010). ¿Cómo interpretar un artículo sobre pruebas diagnósticas?. *Revista Chilena de Cirugía*, 62(1), 639-648. <https://doi.org/10.4067/s0718-40262010000600018>
- Martín, A. Cortés, J. Morente, M. Cabopblanco, M. Garijo, J. Rodríguez, A. (2004). Características métricas del Cuestionario de Calidad de Vida Profesional (CVP-35). *Gaceta Sanitaria*, 18(2), 126-136. [https://doi.org/10.1016/s0213-9111\(04\)71817-8](https://doi.org/10.1016/s0213-9111(04)71817-8)
- Matute, E. Rosselli, M. Ardila, A. Ostrosky, F. (2007). Evaluación neuropsicológica infantil. *Neuropsicología del desarrollo infantil* (P.P 161-221). México: Manual Moderno.
- Medina, J. Ramírez, M. Miranda, I. (2019). Validez y confiabilidad de un test en línea sobre los fenómenos de reflexión y refracción del sonido. *Apertura*, 11(2), 104-121.  
<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v11n2.1622>
- Mesa, O. (2004). Procesos de matematización para la movilización de competencias matemáticas. *Memorias del 6º Encuentro Colombiano de Matemática Educativa*, 6(1), 7-12.  
<https://doi.org/10.15359/epem.6>
- Ministerio de Educación Nacional. (04 de noviembre 2019). Resultados nacionales pruebas PISA 2018. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-162392.html>
- Ministerio de Educación Nacional. (02 de diciembre del 2021). Colombia: qué y cómo mejorar a partir de la prueba PISA. <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-162392.html>.
- Muzammil, A. Budiyo, B. Pratiwi, H. (2020). Analysis item test of math problem solving skills in junior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(12163), 1-5.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012163>
- Montalva, G. Lazo Y. Astuquílca, I. Figueroa O. (2021). Learning Methods Based on Problem Solving as a didactic alternative in the achievement of mathematical competencies. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.31876/ie.vi.86>
- Murcia, M. Henao, J. (2015). Educación matemática en Colombia, una perspectiva evolucionaria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(18), 23-30.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1909-83672015000200004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672015000200004)

- Namkung, J. Peng, P. Lin, X. (2019). The Relation Between Mathematics Anxiety and Mathematics Performance Among School-Aged Students: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 89 (3), 459–496. <https://doi.org/10.3102/0034654319843494>
- Osman, K. Alhunaini, S. Abdurab, N. (2021). The Development and Validation of Mathematical Thinking Beliefs (MTB) Instrument. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 17(11). <https://doi.org/10.29333/ejmste/11213>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. (10 de julio del 2017). Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias. Versión preliminar. <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/ebook%20%20PISAD%20-Framework%20PRELIMINARY%20version%20SPANISH.pdf>
- Ramos, S. L. F., Pico, O. A. G., Cisneros, X. A. G., & Montaluis, D. (2021). La influencia de la matemática en el desarrollo del pensamiento. *Revista Boletín Redipe*, 10(7), 106-112. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i7.1352>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos. (20 de febrero del 2020). *oecd.org*. Ranking y resultados de pruebas PISA en Colombia 2019. Ministerio de educación colombiana. [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2019\\_CN\\_COL\\_ESP.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2019_CN_COL_ESP.pdf)
- Ortiz, F. Cárdenas, V. Guevare, M. Miranda, P. Rizo, M. Cortes, E. (2020). Diseño y evaluación de propiedades psicométricas de la Escala de Percepción de Señales de Hambre y Saciedad en Lactantes menores de 6 meses. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 24(1), 39-49. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3675>
- Reguant Alvarez, M., Vilà Baños, R., & Torrado Fonseca, M. (2018). La relación entre dos variables según la escala de medición con SPSS. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*. 11(2), 45-60. <https://doi.org/10.1344/reire2018.11.221733>
- Real Academia Española. (2022). Reproducción. En *Diccionario de la lengua española* (edición de tricentenario). Consultado el 16 de septiembre de 2022. <https://bit.ly/34mNjVsc>
- Rincón, G. Hernández, C. Prada, R. Solano, N. Fernández, R. (2022). Cuestionario de creencias sobre las matemáticas: propiedades psicométricas. *Educación y Ciudad*, (43), XX-XX. <https://doi.org/10.36737/01230425.n43.2022.2687>
- Rodríguez, W. Oliveras, R. Olabarrieta, L. Arango, J. (2018). La práctica de la neuropsicología en Puerto Rico: implicaciones para la certificación de la especialidad. *Revista*

*Iberoamericana de Neuropsicología*, 1(1), 45-62. <https://neuropsychologylearning.com/wp-content/uploads/pdf/pdf-revista-vol1/revis-neuro-1-240118.pdf#page=48>

Sahngun, F. (2022). Receiver operating characteristic curve: overview and practical use for clinicians. *Korean Journal of Anesthesiology*, 75(1), 25-36.  
<https://doi.org/10.4097/kja.21209>

Sari, V. Nurfauziah, P. (2019). Effect of knisley's mathematical model on gender's mathematical critical thinking ability. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1315 (1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1315/1/012058>

Sattler, J. (2008). Guía de Recursos. Evaluación Infantil. Fundamentos Cognitivos (5th ed.). Mexico: Manual Moderno

Soler, S. (2008). Coeficientes de confiabilidad de instrumentos escritos en el marco de la teoría clásica de los Tests. *Educación Médica Superior*, 22(2), 1-14.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412008000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412008000200006)

Silver, A. Libertus, M. Environmental influences on mathematics performance in early childhood. *Nature Reviews Psychology*, 1(1), 407-418. <https://doi.org/10.1038/s44159-022-00061-z>

Syahfitri, J. Firman, H. Redjeki, S. Sriyati, S. (2019). Development and Validation of Critical Thinking Disposition Test in Biology. *International Journal of Instruction*, 12(4), 381-392.  
<https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v8i1.11031>

Syamsuddin, A. Babo, R. Rahman, S. (2021). Mathematics Learning Interest of Students Based on the Difference in the Implementation of Model of Thematic Learning and Character-Integrated Thematic Learning. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 581-591.  
<https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.2.581>

Tamayao, A. Vecaldo, A. Asunción, R. Mamba, J. Marl, F. Pagulayan, E. (2020). Design and Validation of the College Readiness Test (CRT) for Filipino K to 12 Graduates. *International Journal of Higher Education*, 9(2), 209-224.  
<https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n2p209>

Tustón, D. (2012). *La discalculia y el aprendizaje de la matemática en los niños/as del 5to. año de Educación Básica del Centro Escolar" Ecuador" de la ciudad de ambato, año lectivo*

2008-8009 [tesis de pregrado, Universidad técnica de Ambato]. Biblioteca Repositorio digital Universidad de Ambato.

Vargas, C. Apablaza, H. (2019). Competencia comunicativa en la formación inicial actual del profesor de Matemática en Chile. *Formación universitaria*, 12(3), 81-90. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062019000300081>.

Vázquez, G. Jimenez, I. Juarez, L. (2021). Análisis de validez de constructo del cuestionario “Gestión del Conocimiento para la innovación educativa en universidades”. *Revista fuentes*, 23(3), 329-340. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.12361>

Vernucci, S. Canet, L. Andres, M. Burin, D. (2017). Comprensión Lectora y Cálculo Matemático: El Rol de la Memoria de Trabajo en Niños de Edad Escolar. *Psyhe*, 26(2), 1-13. <http://dx.doi.org/10.7764/psykhe.26.2.1047>

Wechsler, D. (2015). *WISC V: Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños-V. Manual técnico y de interpretación*. Pearson.

Wilkinson, G. Robertson, G. (2006). WRAT 4 Wide Range Achievement Test. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources. 10.1177/0034355208320076

Yilmaz, R. (2020). Prospective mathematics teachers' cognitive competencies on realistic mathematics Journal. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11(1), 17-44. <http://doi.org/10.22342/jme.11.1.8690.17-44>.

Zander, L. Chen, C. Hannover, B. (2019). Who asks whom for help in mathematics? A sociometric analysis of adolescents' help-seeking within and beyond clique boundaries. *Learning and Individual Differences*, 72 (2019), 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2019.03.002>

Zacharopoulos, G. Sella, F. & Kadosh, R. (2021). The impact of a lack of mathematical education on brain development and future attainment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(24) <https://doi.org/10.1073/pnas.2013155118>

Zapata, M. Álvarez, M. Aguirre, D. Cadavid, M. (2012). Coeficiente intelectual y factores asociados en niños escolarizados en la ciudad de Medellín, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 14(4), 543-557. <https://www.scielo.org/pdf/rsap/v14n4/v14n4a01.pdf>



## Anexo 1

### Figura 2.

Respuestas juez no. 1



#### Formato de Validez de contenido

##### Validez de contenido y juicio de expertos Adaptación: Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, (2008).

Respetado/a juez/a, usted ha sido seleccionado/a para evaluar la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) en su forma B que hace parte de la investigación **“Propiedades psicométricas de la forma B del instrumento WRAT que evalúan habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años de edad”**. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente, aportando tanto al área investigativa de la psicología como a sus aplicaciones prácticas y de psicodiagnóstico. Agradecemos su valiosa colaboración.

**Nombres y apellidos del juez:** Pedro Alexis Mojica Gomez

**Formación académica (Máximo nivel de escolaridad alcanzado):** Maestría en psicología de la salud

**Áreas de experiencia profesional:** Psicología de la Salud; propiedades psicométricas; psicología positiva

**Experiencia laboral (en años):** 7 **Cargo actual:** Docente Tiempo completo

**Institución:** Fundación universitaria de San gil - UNISANGIL

Adjunto a esta plantilla, va a encontrar un documento con las instrucciones que se dan a los participantes de forma grupal y el protocolo de evaluación del WRAT IV para su revisión. Posteriormente le solicitamos que llene este formato teniendo en cuenta cada uno de los indicadores y los ítems según lo definido en la Tabla 1.

#### Tabla 1.

Descripción de los indicadores de la validez de contenido.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>CLARIDAD</b>  El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio. 2. Bajo nivel.  3. Moderado nivel.  4. Alto nivel.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión. Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total. Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente. Los ítems son suficientes.
<b>COHERENCIA</b>  El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio. 2. Bajo nivel.  3. Moderado nivel.	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión. El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión. El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.

## Formato de Validez de contenido

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
	4. Alto nivel.	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio. 2. Bajo nivel. 3. Moderado nivel. 4. Alto nivel.	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. El ítem es relativamente importante. El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

De acuerdo con los indicadores observados en la Tabla 1, califique (de 1 a 4) cada uno de los ítems según corresponda teniendo en cuenta su coherencia, relevancia y claridad. Puede incluir alguna observación en la columna correspondiente.

**Tabla 2.**

Formato de calificación por categoría.

DIMENSIÓN	ITEM	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Aritmética.	1	4	4	4	
	2	4	4	4	
	3	4	4	4	
	4	4	4	4	
	5	4	4	4	
	6	4	4	4	
	7	4	4	4	
	8	4	4	4	
	9	4	4	4	
	10	4	4	4	
	11	4	4	4	
	12	4	4	4	
	13	4	4	4	
	14	4	4	4	Recomiendo si es posible aclarar si el . refiere a miles y cuando es , es decimales. En mi labor como docente evidenció la

## Formato de Validez de contenido

					confusión de los estudiantes.
	15	4	4	4	
	16	4	4	4	
	22	4	4	4	
	24	4	4	4	
	25	4	4	4	
	26	4	4	4	la misma observación referente al . y ,
	33	4	4	4	
	36	4	4	4	
Fracciones y algebra básica.	17	4	4	4	
	18	4	4	4	
	19	4	4	4	
	20	4	4	4	
	21	4	4	4	
	27	4	4	4	
	29	4	4	4	
	30	4	4	4	
Números racionales	32	4	4	4	
	23	4	4	4	
	28	4	4	4	
	31	4	4	4	
	34	4	4	4	
	35	4	4	4	
	37	4	4	4	
	38	4	4	4	
39	4	4	4		
	40	4	4	4	

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál?

El instrumento cuenta con los items suficientes para medir el constructo.

---



---



---

Firma Juez:




---

Formato de Validez de contenido

Nombre: Pedro Alexis Mojica Gomez

Correo: pmojica@unisangil.edu.co

Teléfono: 3208511229

**Referencias.**

Abreu-Mendoza A, Chamorro Y, Matute E, (2019). Psychometric properties of the WRAT math computation subtest in Mexican adolescents. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(8), 957-972. <https://doi.org/10.1177/0734282918809793>

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.

**Figura 3.**

Respuestas juez no. 2



Formato de Validez de contenido

**Validez de contenido y juicio de expertos Adaptación: Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, (2008).**

Respetado/a juez/a, usted ha sido seleccionado/a para evaluar la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) en su forma B que hace parte de la investigación "Propiedades psicométricas de la forma B del instrumento WRAT que evalúan habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años de edad". La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente, aportando tanto al área investigativa de la psicología como a sus aplicaciones prácticas y de psicodiagnóstico. Agradecemos su valiosa colaboración.

**Nombres y apellidos del juez:**  
Jaime Pérez

**Formación académica (Máximo nivel de escolaridad alcanzado):**  
Universitario

**Áreas de experiencia profesional:**  
Matemáticas

**Experiencia laboral (en años):** 15 años **Cargo actual:** Docente

**Institución:** Educativa técnico empresarial Ileano Lindo (ITELL)

Adjunto a esta plantilla, va a encontrar un documento con las instrucciones que se dan a los participantes de forma grupal y el protocolo de evaluación del WRAT IV para su revisión. Posteriormente le solicitamos que llene este formato teniendo en cuenta cada uno de los indicadores y los ítems según lo definido en la Tabla 1.

**Tabla 1.**  
 Descripción de los indicadores de la validez de contenido.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>CLARIDAD</b>  El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel.	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel.	Los ítems son suficientes.
<b>COHERENCIA</b>  El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio.	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel.	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel.	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel.	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.

## Formato de Validez de contenido

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio.	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	2. Bajo nivel.	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel.	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel.	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

De acuerdo con los indicadores observados en la Tabla 1, califique (de 1 a 4) cada uno de los ítems según corresponda teniendo en cuenta su coherencia, relevancia y claridad. Puede incluir alguna observación en la columna correspondiente.

Tabla 2.

Formato de calificación por categoría.

DIMENSIÓN	ÍTEM	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Aritmética.	1	2	2	2	bajo nivel para la edad y el grado
	2	2	2	2	" "
	3	2	2	2	" "
	4	2	2	2	" "
	5	2	2	2	" "
	6	2	2	2	" "
	7	2	2	2	" "
	8	2	2	2	" "
	9	2	2	2	" "
	10	2	2	2	" "
	11	2	2	2	" "
	12	2	2	2	" "
	13	2	2	2	" "
	14	2	2	2	" "
	15	2	2	2	" "
	16	2	2	2	" "
22	3	3	3	Se empieza a incrementar el nivel	
24	3	3	3	de aprendizaje	
25	2	2	2	bajo nivel para la edad y el grado	
26	2	2	2		
33	3	3	3		
36	2	2	2		
Fracciones y álgebra básica.	17	2	2	2	
	18	2	2	2	
	19	2	2	2	
	20	2	2	2	
	21	3	3	3	
	27	3	3	3	

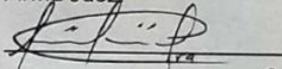
## Formato de Validez de contenido

	29	3	3	3	
	30	3	3	3	
	32	3	3	3	
Números racionales	23	2	2	2	
	28	2	2	2	
	31	2	2	2	
	34	3	3	3	
	35	3	3	3	
	37	3	3	3	
	38	3	3	3	
	39	3	3	3	
	40	4	4	4	

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál?

- De acuerdo a la edad y el grado faltó: álgebra y funciones, además, Puntos de estadística
- En los primeros puntos se pueden omitir algunos ya que son similares

Firma Juez:



Nombre: Jaime Pérez

Correo: orisleidy2008@hotmail.com

Teléfono: 3125113605

## Referencias.

- Abreu-Mendoza A, Chamorro Y, Matute E, (2019). Psychometric properties of the WRAT math computation subtest in Mexican adolescents. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(8), 957-972. <https://doi.org/10.1177/0734282918809793>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.

**Figura 4.**

Respuestas juez no. 3



## Formato de Validez de contenido

**Validez de contenido y juicio de expertos Adaptación: Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, (2008).**

Respetado/a juez/a, usted ha sido seleccionado/a para evaluar la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) en su forma B que hace parte de la investigación **“Propiedades psicométricas de la forma B del instrumento WRAT que evalúan habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años de edad”**. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente, aportando tanto al área investigativa de la psicología como a sus aplicaciones prácticas y de psicodiagnóstico. Agradecemos su valiosa colaboración.

**Nombres y apellidos del juez:**

SANDRA MILENA MORENO TENJO

**Formación académica (Máximo nivel de escolaridad alcanzado):**

Magíster en Didáctica de la Matemática

**Áreas de experiencia profesional:**

Docente en el área de matemáticas en primaria y bachillerato.

**Experiencia laboral (en años):** 3 años **Cargo actual:** Docente de matemáticas de media básica

**Institución:** Institución Educativa Carlos Lleras Restrepo

Adjunto a esta plantilla, va a encontrar un documento con las instrucciones que se dan a los participantes de forma grupal y el protocolo de evaluación del WRAT IV para su revisión. Posteriormente le solicitamos que llene este formato teniendo en cuenta cada uno de los indicadores y los ítems según lo definido en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Descripción de los indicadores de la validez de contenido.*

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>CLARIDAD</b>  El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel.	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel.	Los ítems son suficientes.
<b>COHERENCIA</b>  El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio.	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel.	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel.	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel.	

## Formato de Validez de contenido

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
		El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio. 2. Bajo nivel. 3. Moderado nivel. 4. Alto nivel.	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. El ítem es relativamente importante. El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

De acuerdo con los indicadores observados en la Tabla 1, califique (de 1 a 4) cada uno de los ítems según corresponda teniendo en cuenta su coherencia, relevancia y claridad. Puede incluir alguna observación en la columna correspondiente.

**Tabla 2.**

Formato de calificación por categoría.

DIMENSIÓN	ITEM	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Aritmética.	1	4	4	4	
	2	4	4	4	
	3	4	4	4	
	4	4	4	4	
	5	4	4	4	
	6	4	4	4	
	7	4	4	4	
	8	4	4	4	
	9	4	4	4	
	10	4	4	4	
	11	4	4	4	
	12	4	4	4	
	13	4	4	4	
	14	4	4	4	
	15	4	4	4	
	16	4	4	4	
	22	4	4	4	Los ítems que tienen que ver con aritmética como lo son 22, 24, 25,26,33 y 36 deben presentarse antes del numeral 21. Ya que son operaciones

## Formato de Validez de contenido

					básicas necesarias para el despeje de ecuaciones.
	24	4	4	4	
	25	4	4	4	
	26	4	4	4	
	33	4	4	4	
	36	4	4	4	
Fracciones y algebra básica.	17	1	1	1	El redondeo de números enteros no es acorde con fracciones, ni algebra básica, sugiero darlo en forma de fracción o en numero decimal.
	18	4	4	4	
	19	4	4	4	
	20	4	4	4	
	21	4	4	4	Debe incluirse después de los ejercicios de aritmética, fracciones y decimales ya que están expuestos por orden de complejidad de menor a mayor y para su solución se deben tener claras las operaciones.
	27	4	4	4	
	29	4	4	4	Debe incluirse después de los ejercicios de aritmética, fracciones y decimales ya que están expuestos por orden de complejidad de menor a mayor y para su solución se deben tener claras las operaciones.
	30	4	4	4	
	32	4	4	4	Debe incluirse después de los ejercicios de

Formato de Validez de contenido

Firma Juez:



---

Nombre: SANDRA MILENA MORENO TENJO

Correo: Sandra.moreno04@uptc.edu.co

Teléfono: 3112202738

**Referencias.**

- Abreu-Mendoza A, Chamorro Y, Matute E, (2019). Psychometric properties of the WRAT math computation subtest in Mexican adolescents. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(8), 957-972. <https://doi.org/10.1177/0734282918809793>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.

**Figura 5.***Respuestas juez no. 4*

## Formato de Validez de contenido

**Validez de contenido y juicio de expertos Adaptación: Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, (2008).**

Respetado/a juez/a, usted ha sido seleccionado/a para evaluar la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) en su forma B que hace parte de la investigación **“Propiedades psicométricas de la forma B del instrumento WRAT que evalúan habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años de edad”**. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente, aportando tanto al área investigativa de la psicología como a sus aplicaciones prácticas y de psicodiagnóstico. Agradecemos su valiosa colaboración.

**Nombres y apellidos del juez:** Harol Stif Cortes Villamil

**Formación académica (Máximo nivel de escolaridad alcanzado):** Magister en enseñanza de las matemáticas

**Áreas de experiencia profesional:** Docente de Física

**Experiencia laboral (en años):** 7 **Cargo actual:** Docente de Física

**Institución:** Institución Carlos Lleras Restrepo

Adjunto a esta plantilla, va a encontrar un documento con las instrucciones que se dan a los participantes de forma grupal y el protocolo de evaluación del WRAT IV para su revisión. Posteriormente le solicitamos que llene este formato teniendo en cuenta cada uno de los indicadores y los ítems según lo definido en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Descripción de los indicadores de la validez de contenido.*

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>CLARIDAD</b>  El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel.	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel.	Los ítems son suficientes.
<b>COHERENCIA</b>  El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio.	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel.	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel.	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel.	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.

## Formato de Validez de contenido

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>RELEVANCIA</b>	1. No cumple con el criterio.	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	2. Bajo nivel.	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel.	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel.	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

De acuerdo con los indicadores observados en la Tabla 1, califique (de 1 a 4) cada uno de los ítems según corresponda teniendo en cuenta su coherencia, relevancia y claridad. Puede incluir alguna observación en la columna correspondiente.

**Tabla 2.**

*Formato de calificación por categoría.*

DIMENSIÓN	ITEM	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Aritmética.	1	4	4	4	
	2	4	4	4	
	3	4	4	4	
	4	4	4	4	
	5	4	4	4	
	6	4	4	4	
	7	4	4	4	
	8	4	4	4	
	9	4	4	4	
	10	4	4	4	
	11	4	4	4	
	12	4	4	4	
	13	4	4	4	
	14	4	4	4	
	15	4	4	4	
	16	4	4	4	
Fracciones y algebra básica.	22	4	4	4	
	24	4	4	4	
	25	4	4	4	
	26	4	4	4	
	33	4	4	4	
	36	4	4	4	
	17	3	3	3	No es claro o que se solicita
	18	4	4	4	
	19	4	4	4	
	20	4	4	4	
21	4	4	4		
27	4	4	4		

## Formato de Validez de contenido

	29	4	4	4	
	30	4	4	4	
	32	4	4	4	
Números racionales	23	4	4	4	
	28	4	4	4	
	31	3	3	3	No es clara la información
	34	4	4	4	
	35	4	4	4	
	37	4	4	4	
	38	4	4	4	
	39	4	4	4	
	40	4	4	4	

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál? Si, la dimensión espacial métrica y la dimensión de aleatoriedad

Firma Juez:



Nombre: Harol Stif Cortes Villamil

Correo: harol.cortes@ielleras.edu.co

Teléfono: 3138589174

#### Referencias.

Abreu-Mendoza A, Chamorro Y, Matute E, (2019). Psychometric properties of the WRAT math computation subtest in Mexican adolescents. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(8), 957-972. <https://doi.org/10.1177/0734282918809793>

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.

**Figura 6.***Respuestas juez no. 5*

## Formato de Validez de contenido

**Validez de contenido y juicio de expertos Adaptación: Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, (2008).**

Respetado/a juez/a, usted ha sido seleccionado/a para evaluar la sub-prueba de cálculo matemático del Wide Range Achievement Test-IV (WRAT-IV) en su forma B que hace parte de la investigación **“Propiedades psicométricas de la forma B del instrumento WRAT que evalúan habilidades matemáticas en adolescentes de 15 a 17 años de edad”**. La evaluación de los instrumentos es de gran relevancia para lograr que sean válidos y que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente, aportando tanto al área investigativa de la psicología como a sus aplicaciones prácticas y de psicodiagnóstico. Agradecemos su valiosa colaboración.

**Nombres y apellidos del juez:**

LUZ MERY LOPEZ CORREDOR

**Formación académica (Máximo nivel de escolaridad alcanzado):** Licenciada en Matemáticas y especialista en educación ambiental

**Áreas de experiencia profesional:** Matemáticas

**Experiencia laboral (en años):** 30 años

**Cargo actual:** docente de aula

**Institución:** Educativa Braulio González

Adjunto a esta plantilla, va a encontrar un documento con las instrucciones que se dan a los participantes de forma grupal y el protocolo de evaluación del WRAT IV para su revisión. Posteriormente le solicitamos que llene este formato teniendo en cuenta cada uno de los indicadores y los ítems según lo definido en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

*Descripción de los indicadores de la validez de contenido.*

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
<b>CLARIDAD</b>  El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio.	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel.	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente.
	4. Alto nivel.	Los ítems son suficientes.
<b>COHERENCIA</b>  El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio.	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel.	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel.	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.

## Formato de Validez de contenido

CATEGORIA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
	4. Alto nivel.	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
<b>RELEVANCIA</b> El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio. 2. Bajo nivel. 3. Moderado nivel. 4. Alto nivel.	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste. El ítem es relativamente importante. El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

De acuerdo con los indicadores observados en la Tabla 1, califique (de 1 a 4) cada uno de los ítems según corresponda teniendo en cuenta su coherencia, relevancia y claridad. Puede incluir alguna observación en la columna correspondiente.

**Tabla 2.**

*Formato de calificación por categoría.*

DIMENSIÓN	ITEM	COHERENCIA	RELEVANCIA	CLARIDAD	OBSERVACIONES
Aritmética.	1	4	3	4	
	2	4	3	4	
	3	4	3	4	
	4	4	3	4	
	5	4	3	4	
	6	4	3	4	
	7	4	3	4	
	8	4	3	4	
	9	4	3	4	
	10	4	3	4	
	11	4	3	4	
	12	4	3	4	
	13	4	3	4	
	14	4	3	4	
	15	4	3	4	
	16	4	3	4	
	22	4	3	4	
	24	4	3	4	
25	4	3	4		
26	4	3	4		
33	4	3	4		
36	4	3	4		
Fracciones y algebra básica.	17	4	3	4	
	18	4	3	4	
	19	4	3	4	

## Formato de Validez de contenido

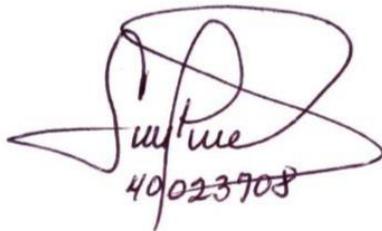
	20	4	3	4	
	21	4	3	4	
	27	4	3	4	
	29	4	3	4	
	30	4	3	4	
	32	4	3	4	
Números racionales	23	4	3	4	
	28	4	3	4	
	31	4	3	4	
	34	4	3	4	
	35	4	3	4	
	37	4	3	4	
	38	4	3	4	
	39	4	3	4	
	40	4	3	4	

4

¿Hay alguna dimensión que hace parte del constructo y no fue evaluada? ¿Cuál?

La dimensión estadística es muy relevante en todos los saberes independientemente de la carrera, esta dimensión nos ayuda a revelar muchos aspectos investigativos de la sicología.

Firma Juez:



Nombre: LUZ MERY LOPEZ CORREDOR

Correo: [luzmerylo65@gmail.com](mailto:luzmerylo65@gmail.com)

Teléfono: 3115134838

### Referencias.

Abreu-Mendoza A, Chamorro Y, Matute E, (2019). Psychometric properties of the WRAT math computation subtest in Mexican adolescents. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 37(8), 957-972. <https://doi.org/10.1177/0734282918809793>

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.

## Anexo 2

### Figura 7.

Formato de consentimiento y asentimiento informado.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA (UNAB) EXTENSIÓN UNISANGIL SEDE YOPAL.**  
**CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO**

**Nombre del participante:** \_\_\_\_\_

**Nº Documento de Identidad:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Título de la investigación:** Pilotaje de un test de screening para la evaluación de las funciones ejecutivas en adolescentes.

**Nombre de los investigadores:** Javier Humberto Parra Pulido (director). **Estudiantes del semillero NEUROBAP:** DAYANA PAOLA PASTRANA, CAMILA ANDREA NIÑO, LISDY JULIETH PINTO Y ANGIE PAOLA MESA

**Entidad que realiza la investigación:** Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) extensión UNISANGIL sede Yopal.

**Consentimiento para el estudio de investigación:** a continuación, encontrará información relevante sobre la investigación que se está realizando. Para nosotros los investigadores es de gran importancia poder contar con su autorización para que la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) extensión UNISANGIL sede Yopal y a sus investigadores puedan contar con su colaboración, es de gran importancia que usted se tome el tiempo y lea este documento. Puede tomar una copia de este formulario de consentimiento y hablar con su familia, abogado o persona que pueda resolver inquietudes; no lo firme a menos que usted se sienta cómodo (a) para participar de este estudio.

**Propósito de la investigación:** Para el presente proyecto pediremos su colaboración ya que su hijo/a cumple con las características para formar parte de la investigación, teniendo en cuenta que el propósito de esta investigación es realizar un pilotaje para la evaluación de las funciones ejecutivas en los adolescentes (entre 15 y 17 años) del Departamento del Casanare. Su participación es voluntaria, por tal motivo usted puede retirar el permiso / consentimiento y dejar de participar en el estudio en cualquier momento y por cualquier motivo.

**Procedimiento y duración:** Si usted acepta que su hijo/a participe en el presente estudio, se le realizará una evaluación de las funciones ejecutivas que consta de la aplicación de 6 subpruebas que evalúan los procesos de inhibición (habilidad para controlar conductas preponderantes así como la capacidad de tener autocontrol), flexibilidad cognitiva (habilidad para cambiar patrones de respuesta y realizar una conducta creativa) y memoria operativa (capacidad para manipular información y resolver un problema). Así mismo se le realizará una estimación del cociente intelectual con la aplicación de 2 subescalas (matrices y vocabulario) de las pruebas WISC-IV (en caso de que tenga 15 o 16 años) o WAIS IV (en caso de que tenga 17 años). La duración de la aplicación de pruebas será de 30 a 40 minutos aproximadamente y se realizará en las instalaciones del colegio en horario escolar. Dichas aplicaciones serán llevadas a cabo por estudiantes de décimo semestre del Programa de Psicología UNAB previamente entrenadas y capacitadas para la aplicación de las pruebas, así como con conocimientos del constructo psicológico que se va a evaluar. Así mismo, ustedes como padres de familia/ tutor recibirán un formato de historia clínica que deberán llenar en donde se recaba información relevante sobre el desarrollo de su hijo/a.

**Riesgos, molestias y restricciones:** Por parte de los investigadores consideramos que la presente investigación no causará daños o malestar al paciente, para incrementar la confianza y la sinceridad por parte de él, la aplicación de estos instrumentos se realizará de forma anónima, en el único formato donde se tendrán datos personales es en el presente consentimiento informado y la historia clínica. Antes, durante o después de la

Dirección: Km 2 vía a Matepantano.  
Teléfono Programa de Psicología: 3142875296  
El Yopal, Casanare, Colombia



aplicación su hijo/a puede retirarse en cualquier momento y solicitar que las respuestas a los cuestionarios no sean tenidos en cuenta para la investigación.

**Riesgos imprevistos:** La participación en el estudio puede implicar riesgos imprevistos. Si algún riesgo no previsto aparece, esto será reportado a las Oficinas de Cumplimiento de Investigación de regulación o la Subdirección Académica de la universidad autónoma de Bucaramanga (UNAB) y de la Fundación Universitaria de Sangil UNISANGIL Sede Yopal.

**Beneficios:** Puede que no haya beneficios económicos directos para usted o su hijo/a por participar en este estudio. Sin embargo, la información recopilada ayudará al diseño de un test neuropsicológico que ayudará a futuro a profesionales de la psicología y a los pacientes a contar con instrumentos de evaluación válidos y confiables y con esto intervenir en las problemáticas relacionados con este importante constructo neuropsicológico como lo son las funciones ejecutivas

**Procedimientos alternativos:** No hay procedimientos alternativos en caso de que decidan no participar en el estudio. Sin embargo, si usted indica que necesita recibir servicios de salud mental u otros servicios, nosotros haremos nuestro mejor esfuerzo para que usted pueda conseguir estos servicios independientemente de que usted decida o no la participación en este estudio.

**Razones para la eliminación de esta investigación:** Puede que sea necesario detener el estudio antes de finalizar por cualquiera de las siguientes razones:

Si la totalidad o parte del estudio se interrumpe por cualquier motivo del investigador, o por las autoridades universitarias.

Si usted no puede cumplir con los requisitos de participación establecidos por el investigador.

**Participación voluntaria:** La participación en este estudio es voluntaria y usted puede negar su participación en el estudio o retirarse en cualquier momento. No habrá consecuencias negativas si usted decide no participar. Si usted tiene dudas sobre la participación del estudio puede comunicarse con JAVIER HUMBERTO PARRA, Docente tutor de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) sede Yopal (UNISANGIL) al correo [jparra@unisangil.edu.co](mailto:jparra@unisangil.edu.co).

**Compensación por la participación:** No hay compensación de tipo económico o remunerativo por su participación en este estudio.

**Confidencialidad y privacidad:** En cualquier publicación o presentación de los resultados de la investigación, su identidad se mantendrá en completa confidencialidad, pero existe la posibilidad de que los registros que lo identifican pueden ser revisados por personas autorizadas como los representantes de la investigación de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) sede yopal UNISANGIL, o por los empleados que realizan actividades de revisión por pares. Usted consiente estas revisiones y que se miren los extractos de sus registros, si es requerido por cualquiera de estos representantes.

Usted recibirá una copia de este consentimiento informado para que la pueda tener con usted y el investigador principal del estudio guardará este consentimiento en un cajón con llave durante 10 años, y luego se procederá a destruir el documento.



Si usted tiene preguntas acerca de sus derechos como sujeto de investigación, puede comunicarse a la Coordinación de Investigación de la Fundación Universitaria de Sangil UNISANGIL Sede Yopal al teléfono 6341700 o al contacto del programa de Psicología 3142875296.

No firme este formulario de consentimiento a menos que haya tenido la oportunidad de hacer preguntas y recibir respuestas satisfactorias a todas sus preguntas.

Si está de acuerdo en participar en el estudio, usted recibirá una copia firmada y fechada de este formulario de consentimiento para sus registros.

- He sido informado de las razones de esta investigación.
- He tenido una explicación de la investigación.
- He tenido todas las respuestas a mis preguntas.
- He leído cuidadosamente este formulario de consentimiento/ permiso, han rubricado cada página, y he recibido una copia firmada.

Yo libremente apruebo mi consentimiento para que mi hijo/a participe de este estudio de investigación.

NOMBRE: \_\_\_\_\_ C.C. \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Asentimiento de participación

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Lista de personas autorizada para obtener el consentimiento/permiso

<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Teléfono</b>
Paola Andrea Avendaño Holguin	Estudiante.	3204533834
Angie Paola Mesa Torres	Estudiante.	3144762420
Camila Andrea Niño Méndez	Estudiante.	3222243090
Dayana Paola Pastrana Gualdron	Estudiante.	3142417636

Dirección: Km 2 vía a Matepantano.  
Teléfono Programa de Psicología: 3142875296  
El Yopal, Casanare, Colombia

### Anexo 3

#### Figura 8.

##### Formato de historia clínica.

Adaptación: Rodríguez Barreto Lucia, (2002).

Con el fin de integrar el proceso de evaluación de funciones ejecutivas de su hijo/a, nos permitimos enviar el siguiente formato acerca de la historia del desarrollo del mismo para que la pueda completar. La información suministrada será de importante relevancia para la interpretación de los resultados del Test de Evaluación de Funciones Ejecutivas adolescentes TEFEA el cual usted aprobó para que fuese aplicado a su hijo/a por medio del consentimiento informado. Los datos que usted brindará a continuación, serán tratados de manera confidencial, buscando el bienestar del participante y teniendo en cuenta los principios éticos enmarcados en la ley 1090 de 2006 que rige la profesión del psicólogo. Dichos datos se utilizarán con fines investigativos a los cuales usted tendrá acceso cuando lo desee. Si usted presenta alguna duda para contestar el formato favor comunicarse con el Magíster Javier Humberto Parra Pulido al correo [jparra@unisangil.edu.co](mailto:jparra@unisangil.edu.co)

Nombres y apellidos (del adolescente) \_\_\_\_\_  
 Lugar y fecha de nacimiento \_\_\_\_\_  
 Edad (en años y meses) \_\_\_\_\_  
 Dirección de residencia \_\_\_\_\_  
 Teléfono de contacto \_\_\_\_\_  
 Fecha de evaluación (registro de este cuestionario) \_\_\_\_\_

#### ANTECEDENTES PERSONALES. (Dirigido a la madre)

Número de embarazos \_\_\_\_\_ Partos \_\_\_\_\_  
 Abortos: sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_  
 Edad que tenía la madre en el embarazo del/la adolescente \_\_\_\_\_  
 Duración del embarazo: \_\_\_\_\_ (En meses)  
 Tipo de Parto: Natural \_\_\_\_\_ Cesárea \_\_\_\_\_  
 Talla \_\_\_\_\_  
 Peso al nacer: \_\_\_\_\_  
 ¿Necesitó estar en incubadora? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Duración: \_\_\_\_\_  
 Lactancia Materna: sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_ Duración \_\_\_\_\_ Si contesto no, porque \_\_\_\_\_

#### LENGUAJE

Alguna dificultad para hablar (mencionar)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### LATERALIDAD.

¿Qué mano utiliza el/la adolescente para escribir \_\_\_\_\_  
 ¿El/la adolescente realiza alguna actividad con la mano diferente a la que escribe?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hay algún(os) familiares zurdos en la familia sí \_\_\_ no \_\_\_ ¿parentesco? \_\_\_\_\_

#### HÁBITOS DEL SUEÑO

Generalmente ¿cuántas horas duerme el/la adolescente? \_\_\_\_\_  
 ¿A qué hora se acuesta el/la adolescente? \_\_\_\_\_  
 ¿A qué hora se levanta el/la adolescente? \_\_\_\_\_  
 ¿Tiene pesadillas?: sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
 ¿Habla dormido? sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_  
 Sonambulismo (se levanta dormido/a) sí \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

#### HÁBITOS DE ALIMENTACIÓN

¿Come mucho?: sí \_\_\_ no \_\_\_ ¿tiene sobrepeso? \_\_\_\_\_  
 ¿Come muy poco? sí \_\_\_ no \_\_\_ ¿está bajo de peso? \_\_\_\_\_  
 Tiene la estatura y el peso de acuerdo a su edad. Sí \_\_\_ no \_\_\_  
 ¿Tiene dolores de estómago? Sí \_\_\_ No \_\_\_ ¿con qué frecuencia? \_\_\_\_\_

¿Ha presentado Vomito? Sí \_\_\_ no \_\_\_ ¿Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

**ESCOLARIZACIÓN**

¿A qué edad el/la adolescente inició su escolaridad? \_\_\_\_\_

Se adaptó fácilmente al colegio si \_\_\_ no \_\_\_ Si contesta no ¿por qué? \_\_\_\_\_

¿Cómo es la relación el/la adolescente con los compañeros del curso? \_\_\_\_\_

¿Cómo es el rendimiento escolar el/la adolescente? \_\_\_\_\_

Ha perdido algún curso: sí \_\_\_ no \_\_\_ por qué \_\_\_\_\_

Ha cambiado el/la adolescente de colegio: sí \_\_\_ no \_\_\_ si contesta "sí" ¿por qué? \_\_\_\_\_

¿Ha necesitado o necesita ayuda para realizar sus tareas? Sí \_\_\_ no \_\_\_ Si contesta "sí", ¿por qué? \_\_\_\_\_

**ANTECEDENTES FAMILIARES**

Personas con las que vive el/la adolescente:

Parentesco.	Edad	Escolaridad	Ocupación
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Número de hermanos \_\_\_\_\_ Hombres \_\_\_ mujeres \_\_\_\_\_

Es hijo(a) único(a) \_\_\_\_\_

Edades \_\_\_\_\_

¿Qué lugar ocupa el/la adolescente dentro de los hermanos? \_\_\_\_\_

¿Existe alguna dificultad o antecedente importante en algún miembro de la familia? (Discapacidad cognitiva (retardo mental), depresión, déficit de atención, problemas de aprendizaje, trastornos del lenguaje, otro.)

¿Alguna enfermedad de importancia? \_\_\_\_\_

Marque con una "X" en caso de que el/la adolescente tenga o haya tenido alguna de las siguientes enfermedades

( )	Hipertensión arterial	( )	Disminución de la agudeza visual o auditiva	( )	Tiroidismo
( )	Enfermedades pulmonares	( )	Traumatismos craneoencefálicos	( )	Accidentes cerebrovasculares
( )	Consumo de alcohol o de sustancias	( )	Diabetes	( )	Otros _____

¿Ha sido intervenido Quirúrgicamente? Sí \_\_\_ no \_\_\_ ¿cuál? \_\_\_\_\_ ¿A qué edad? \_\_\_\_\_

¿Tiene todas las vacunas? \_\_\_\_\_

¿Padece alguna alergia? \_\_\_\_\_

¿Ha convulsionado alguna vez? si \_\_\_ no \_\_\_

OBSERVACIONES. Por favor registre la información que considere importante en relación a su hijo(a) que no aparezca citada.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Muchas gracias.

## Anexo 4

## Figura 9.

Solicitud de permiso para aplicación de instrumentos de evaluación en instituciones.


  
 UNISANGIL de la UNAB
  
 Acuerdo Estratégico

Yopal, 2 de agosto de 2022

Profesor:  
**VÍCTOR MANUEL RAMÍREZ RAMÍREZ**  
 Rector. Institución Educativa Arturo Salazar Mejía.

**ASUNTO:** Solicitud de permiso para aplicación de instrumentos de evaluación.

Cordial saludo,

Por medio de la presente nos dirigimos a usted (es) con el fin de solicitar su permiso para el acceso a espacios participativos con los estudiantes de la institución de los grados décimo y once, que tengan de 15 a 17 años para la aplicación de dos instrumentos de evaluación neuropsicológica correspondientes a los proyectos de investigación titulados "Propiedades psicométricas de la escala WRAT de evaluación de las habilidades matemáticas en adolescentes" y "Pilotaje para el diseño de un instrumento de cribado para la evaluación de las funciones ejecutivas en adolescentes" realizados por el Programa de Psicología de la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB) extensión Unisangil Yopal en el ejercicio de sus funciones investigativas, soportadas por el decreto 1527 de 2002, bajo la dirección del docente asesor **Psic. MSc. Javier Humberto Parra Pulido** y los estudiantes del **Semillero de Investigación NEUROBAP** (Neuropsicología básica y aplicada).

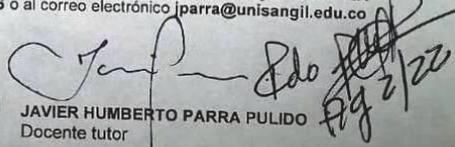
Los proyectos de investigación tienen como objetivo validar y obtener las propiedades psicométricas de dos escalas de evaluación Neuropsicológica en adolescentes para la correcta valoración de las habilidades matemáticas y las funciones ejecutivas que son esenciales para el correcto desarrollo de actividades académicas y personales de los estudiantes. Obtener medidas estandarizadas y confiables permitirá que los profesionales en psicología y neuropsicología del Casanare y la región tengan instrumentos fiables de medición neuropsicológica. Así mismo se espera que los futuros pacientes que acuden a valoración psicológica y neuropsicológica se beneficien de contar con herramientas de evaluación validadas en su población particular. Para la realización del presente proyecto de investigación se espera que, una vez obtenido el aval por parte de las directivas de la institución, se realice la aplicación de la escala de evaluación de las habilidades matemáticas (Forma B del WRAT 4) que tiene una duración de 15 minutos. Esta aplicación se llevará a cabo de forma grupal en las aulas de clase y será aplicada a todos los estudiantes de grado décimo y once que tengan entre 15 y 17 años y que deseen participar.

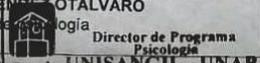
Posteriormente, serán seleccionados de forma aleatoria de 10 a 15 estudiantes a quienes se les realizará una evaluación adicional del funcionamiento ejecutivo y del Cociente Intelectual (CI) estimado. Los padres de los estudiantes deberán autorizar la aplicación de las pruebas de los estudiantes seleccionados mediante la firma del consentimiento informado, así como el registro de una historia clínica y datos sociodemográficos del estudiante. Para esta segunda aplicación será necesario contar con un espacio para la aplicación de las pruebas de forma individual. Esta fase de evaluación tiene un tiempo de aplicación de 30 minutos aproximadamente. Las pruebas de matemáticas, funciones ejecutivas y cociente intelectual estimado serán aplicadas por **YULIXA DAYANNA VELANDIA SANABRIA**, estudiante de la UNAB y perteneciente al semillero de investigación NEUROBAP que está debidamente capacitada y entrenada en el manejo de las pruebas. Así mismo, la estudiante cuenta con conocimientos sobre las habilidades matemáticas y las funciones ejecutivas que se pretenden evaluar. Luego de terminar la aplicación de los instrumentos como retribución con la institución se realizará un taller psicoeducativo sobre los temas relacionados con funcionamiento ejecutivo.

Por lo anterior agradecemos su apoyo, ante alguna inquietud comunicarse con el referente del programa **JAVIER HUMBERTO PARRA PULIDO**, al número celular **3142875296** o al correo electrónico **jparra@unisangil.edu.co**

Cordialmente,

  
**NADEZDA YULIETH MÉNDEZ OTALVARO**  
 Directora del programa de psicología

  
**JAVIER HUMBERTO PARRA PULIDO**  
 Docente tutor


  
 Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB  
 UNISANGIL UNAB  
 Calle 106281505 E, Edificio 2022, Yopal, Casanare

Scanned by TapScanner