

Estado de la publicación: No informado por el autor que envía

Influencia del razonamiento visual-espacial en el rendimiento matemático de estudiantes del TecNM-Chetumal

Carlos Hoy

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12772>

Enviado en: 2025-07-24

Postado en: 2025-07-31 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

Influencia del razonamiento visual-espacial en el rendimiento matemático de estudiantes del TecNM-Chetumal.

Carlos Hoy¹ <https://orcid.org/0009-0000-0795-4446>

¹Instituto Tecnológico Nacional de México Unidad Chetumal
carlos.rh@chetumal.tecnm.mx

Resumen

Este estudio investigó la relación entre el razonamiento visual-espacial (RAVE) y el desempeño académico en matemáticas entre estudiantes de licenciatura del Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal (TecNM-Chetumal). Se aplicó un test de RAVE, basado en el instrumento validado por Ramful et al. (2017) a una muestra de 62 estudiantes de las carreras de Contabilidad e Ingeniería en Sistemas Computacionales. Los resultados mostraron que la mayoría de los estudiantes obtuvieron puntuaciones moderadas en el RAVE, con un 32.3% en el intervalo de 15-19 y un 16.1% en el de 19-23. Un 17.7% alcanzó puntuaciones más altas (23-27), lo que sugiere que algunos estudiantes poseen habilidades visuales-espaciales más desarrolladas. Al analizar los resultados por género, se observó que los hombres representaron el 69.4% de la muestra y tendieron a obtener puntuaciones ligeramente más altas, mientras que las mujeres (30.6%) mostraron un desempeño competente en los intervalos medios. Estos hallazgos indican que el RAVE es una habilidad importante para el éxito en asignaturas que requieren manipulación mental de objetos, como el cálculo vectorial. Sin embargo, no se encontraron diferencias sustanciales entre géneros, lo que sugiere que el RAVE puede ser desarrollado independientemente del sexo. El estudio concluye que fomentar el razonamiento visual-espacial a través de estrategias educativas innovadoras podría mejorar el desempeño académico en matemáticas. Se recomienda ampliar la muestra en futuras investigaciones para generalizar los resultados.

Palabras clave: razonamiento visual-espacial, RAVE, matemáticas, cálculo vectorial, desempeño académico.

Influence of visual-spatial reasoning on the mathematical performance of students at TecNM-Chetumal.

Abstract

This study investigated the relationship between visual-spatial reasoning (VSR) and academic performance in mathematics among undergraduate students at the Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal. A VSR test, based on the instrument validated by Ramful et al. (2017), was administered to a sample of 62 students from the Accounting and Computer Systems Engineering programs. The results showed that most students achieved moderate scores in VSR, with 32.3% in the 15-19 range and 16.1% in the 19-23 range. A smaller percentage (17.7%) achieved higher scores (23-27), suggesting that some students possess more developed visual-spatial skills. When analyzing the results by gender, it was observed that men represented 69.4% of the sample and tended to achieve slightly higher scores, while women (30.6%) demonstrated competent performance in the mid-range intervals. These findings indicate that VSR is a crucial skill for success in subjects requiring mental manipulation of objects, such as vector calculus. However, no substantial differences were found between genders, suggesting that VSR can be developed regardless of sex. The study concludes that fostering visual-spatial reasoning through innovative educational strategies could enhance academic performance in mathematics. Future research is recommended to expand the sample size to generalize the results.

Keywords: visual-spatial reasoning, VSR, mathematics, vector calculus, academic performance.

I. Introducción

El presente artículo es el primero que se hará del proceso de elaboración, análisis y resultados que se estarán generando en la tesis doctoral sobre la investigación de la relación entre el razonamiento visual-espacial y la capacidad del alumno en la comprensión de los conceptos que estudian en la asignatura de cálculo vectorial a nivel licenciatura.

El razonamiento visual espacial es una de las características que los alumnos de las especialidades en áreas como las de ingeniería, física, matemáticas y de más en las que se utilice la capacidad de visualizar objetos en dos o tres dimensiones y la utilidad de poder trabajar con ellos mentalmente.

Es por ello que como parte de la investigación que se está realizando en la elaboración de la tesis de doctorado en enseñanza de las matemáticas en la Universidad de las Américas y el Caribe, con el tema “La influencia del razonamiento visual espacial en el aprendizaje del cálculo vectorial a nivel licenciatura del Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal” (TecNM-Chetumal), se hace una intervención por medio de un test de razonamiento visual-espacial (RAVE) a alumnos del instituto en mención.

La medición del (RAVE) tiene origen en el trabajo realizado por (Ramful et al., 2017) en donde se hace una validación del instrumento para poder determinar el nivel que tiene un grupo de alumnos en dicho razonamiento, por medio de una prueba de visualización espacial, la cual se aplicó a uno estudiantes del TecNM-Chetumal.

Con el desarrollo del trabajo doctoral se quiere determinar si existe o no un impacto significativo en el aprendizaje de los temas que se estudian en el curso de cálculo vectorial y el razonamiento visual-espacial, entre los estudiantes de nivel licenciatura.

Se hará uso de pruebas de razonamiento visual-espacial (RAVE) para medir el grado que tienen los

alumnos objeto de estudio y con ello tener una base para poder comprar su capacidad en la resolución de problemas de cálculo vectorial y en la asimilación del conocimiento en la materia.

De igual manera se desarrollarán instrumentos de evaluación que permitan indagar en las habilidades previas en el RAVE al inicio del curso y posteriores del mismo, con la finalidad de tener una comparativa del avance o no, en la aplicación de las técnicas didácticas que se utilizarán para tal fin.

En este mismo tenor, se realizará un examen diagnóstico sobre habilidades básicas en matemáticas, como son conocimientos de álgebra, geometría, aritmética, que son a juicio los tres pilares de que hacer matemático, y con ello poder realizar un análisis estadístico entre el aprovechamiento del alumno en la materia de cálculo vectorial, su RAVE y el razonamiento matemático en general.

II. Fundamentación Teórica

Una de las principales preocupaciones en la enseñanza de las matemáticas y en específico del cálculo vectorial, es la capacidad del alumno para poder visualizar mentalmente un concepto abstracto o el de hacer rotaciones mentales de objetos geométricos.

Por lo que identificar el tipo de alumnado que se tiene a la hora de impartir alguna cátedra de matemáticas es de suma importancia.

Lo anterior no es una tarea trivial, dado que se tienen diferentes. Una referencia para ello nos la dan (Hegarty & Kozhevnikov, 1999), categorizando en grupos de personas con habilidades lógicas diferentes como lógica verbal, visualizadores y mixtos:

El primer grupo está formado por verbalizadores, que prefieren la lógica verbal. en lugar de modos de imágenes al intentar resolver problemas; El segundo grupo, visualizadores, involucra a aquellos

que prefiere utilizar imágenes visuales; y el tercer grupo, mezcladores, contiene individuos que no tienen ninguna tendencia en un sentido u otro. (p.684)

En el proceso de la construcción de los conceptos que se estudian en cálculo vectorial, interviene en gran medida la visualización en dos o tres dimensiones, entendiendo la dimensión como el grado de libertad que tiene un objeto en determinado lugar, por lo que hay que entender ¿qué es la visualización?

Una aproximación al entendimiento de lo anterior nos la da (Cajaraville et al., 2011) donde expone que la visualización en un proceso que se puede entender de dos vías, una cuando va de lo material a lo ideal, a lo que le llama visualización ascendente y otro que va del mundo de las ideas, de lo intangible para generar algo en concreto o material, llamada visualización descendente:

La visualización se puede entender como un doble proceso, uno que va de lo material a lo inmaterial (mental o ideal) (que podemos llamar visualización ascendente), y el inverso que va de lo inmaterial a lo material (visualización descendente). "La visualización ofrece un método de ver lo invisible" (Arcavi, 2003, p. 216). Este "ver" puede ser puramente mental y entonces involucra objetos no-ostensivos, o puede estar relacionado con una representación física y entonces ser objeto perceptible. (pp.3-4)

En el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática, en específico del cálculo vectorial, se debe tener ambas vertientes desarrolladas, la visualización ascendente y descendente, ya que de esa manera el alumno podrá apropiarse de los conceptos con mayor facilidad.

Con el fin de poder entender la importancia de la visión espacial, diversos investigadores se han dado a la tarea de conceptualizar lo que es y cómo se divide, como muestra se puede mencionar a Vazquez & Noriega Biggio (2010), en donde

expresan que hay una visión psicométrica, que permite de alguna manera medir dicha habilidad tomando en cuenta ciertos factores, y se tiene por otra parte la vertiente cognitiva, que estudia todo lo que rodea al ser humano en el asunto de llevar a buen término la solución de un problema:

En la investigación sobre el tema pueden distinguirse dos vertientes; por un lado, la que se inicia con los primeros enfoques psicométricos y factoriales, los cuales se centran en la exploración de la estructura de la llamada inteligencia espacial y, por otro lado, una línea más actual, de orientación cognitivista, que se interesa más bien en esclarecer los procesos de resolución de diversas tareas espaciales y las diferencias debidas a factores tales como el sexo, la cultura y la educación. (p.67)

Cuando se está en el proceso de adquisición de nuevo conocimiento espacial, surge las interrogantes ¿qué es visualización, percepción espacial y rotación mental?, para ello se deben de definir ya que en el transcurso de la presente investigación se estarán utilizando comúnmente.

Para dar una respuesta a las preguntas anteriores, Vazquez & Noriega Biggio (2010) refieren que la visualización es una habilidad cognitiva que permite realizar transformaciones mentales sobre estímulos visuales, crear y cambiar imágenes mentales, La percepción espacial permite ubicar objetos y predecir cómo se moverán, usando referencias como la gravedad y el equilibrio. Por último, rotación mental es la habilidad de realizar transformaciones isométricas mentales sobre representaciones de objetos.

Ahora bien, teniendo ya los conceptos fundamentales anteriormente definidos, surge de manera natural ¿cómo se medirán dichas habilidades? Las pruebas para poder cuantificarlas, según las mencionan Vazquez & Noriega Biggio (2010), las podemos dividir en pruebas de orientación que buscan medir la habilidad de identificar figuras rotadas en diferentes posiciones,

la prueba de prueba de visualización la cual miden la habilidad de crear mentalmente formas completas a partir de piezas, encontrar imágenes ocultas y visualizar objetos en distintas dimensiones, y por último prueba de visualización espacial que evalúa tres aspectos de la visualización espacial: armar objetos, rotarlos y verlos desde distintos puntos:

1.- Pruebas de orientación: Evalúan la capacidad de imaginar transformaciones simples y rígidas de los objetos tomados como un todo [...]

2.- Pruebas de visualización: a.- Pruebas de visualización bidimensional: En ellas deben moverse piezas en un tablero [...]

3.- La prueba de visualización espacial (PS - VT - Purdue Spatial Visualization Test) de Guay (Bodner & Guay, 1997) evalúa tres tipos de sub-habilidades, en tres sub-escalas

de 30 ítemes cada una: (a) de desarrollos, [...]. (p.148)

Aunado a la anterior, se deben de considerar las inteligencias múltiples, ya que la teoría de Gardner ha demostrado que estas, como la espacial, son clave para el aprendizaje. Al permitir a los estudiantes representar visualmente los problemas matemáticos, se facilita su resolución y se promueve un aprendizaje más profundo y significativo (Puyol-Cortez, Rivadeneira-Moreira, y Intriago-Mairongo, 2022).

Así mismo Puyol-Cortez et al. (2022) establecen que la inteligencia espacial, clave para las matemáticas, engloba habilidades como la visualización y la abstracción. Diversos investigadores, entre ellos Gardner, Linn y Petersen, han estudiado y clasificado estas capacidades. Gardner, por ejemplo, dividió la habilidad espacial en tres componentes principales: reconocimiento de objetos, imaginación de movimientos y pensamiento relacional.

De igual forma, la inteligencia espacial, según Gardner, es crucial para la ciencia y la tecnología. Áreas como la arquitectura, la ingeniería y las ciencias exactas requieren de esta habilidad. Herramientas como la realidad aumentada pueden facilitar su desarrollo y aplicación, como lo muestra (Puyol-Cortez et al., 2022):

Howard Gardner (1993), en su teoría de las inteligencias múltiples señala como una de estas inteligencias la espacial, y plantea que es esencial para el pensamiento científico porque la misma es utilizada expresar y manipular información para aprender y resolver problemas en las diferentes áreas de su aplicación[...]. (p.211)

Al mismo tiempo Kozhevnikov et al. (2007) establecen que las pruebas de habilidad espacial evalúan cómo las personas rotan mentalmente objetos y manipulan imágenes. Estas habilidades están ligadas a la memoria de trabajo visual-espacial, según estudios que muestran que quienes destacan en tareas espaciales también tienen una mejor capacidad para almacenar y procesar información visual en la mente:

Las habilidades de visualización espacial de los estudiantes fueron evaluadas mediante la prueba de plegado de papel y la prueba de formulario. Prueba de tablero (Ekstrom, French y Harman, 1976). Las pruebas de visualización espacial miden procesos de aprehender, codificar y manipular mentalmente formas espaciales (Lohman, 1988). La prueba de plegado de papel constaba de 10 ítemes y cada ítem mostraba dibujos sucesivos de dos o tres pliegues hechos en una hoja de papel [...]. (p.552)

III. Metodología

Teniendo en cuenta que la población es un grupo, en este caso, de personas (alumnos) que tienen características en común y propiedades similares, con un número finito de elementos (escuela), se

establece la selección de una parte representativa de la población, llamada la muestra (Mar Orozco et al., 2020).

De acuerdo con Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres (2023) establecen que es sumamente costoso tanto en tiempo como en recursos se trabajar con toda una población, se selecciona una muestra que sea representativa de la misma.

Para la determinación de la muestra para una población finita de acuerdo con Sánchez-Rodríguez (2022) el tamaño de la muestra se calcula con:

$$n = \frac{Nz_{\alpha/2}^2pq}{d^2(N-1)+pqz_{\alpha/2}^2} \quad (1)$$

En donde: n: tamaño de la muestra, N: tamaño poblacional, p: proporción del efecto, q: 1-p, $z_{\alpha/2}$: valor crítico de z_{α} bilateral, d: diferencia mínima esperada, s^2 : varianza.

Aplicando la Ecuación 1 con $z_{\alpha/2}=1.96$, $p=0.95$, $q=0.05$, $d=0.05$, $N=72$, se obtiene un tamaño de muestra $n=61$, por lo que la aplicación de los instrumentos de medición se aplicará a dicha cantidad de alumnos.

Se seleccionó de manera intencional a los alumnos del Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal de segundo semestre de las carreras de Contabilidad e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Cabe señalar que, respetando el anonimato e información confidencial de los alumnos, no se les pidió que ingresaran su nombre, dirección de correo electrónico o algún otro dato que pudiera servir para identificar la identidad de alguno de ellos.

El instrumento de medición del RAVE que se aplicó es el de (Ramful et al., 2017) en donde se describe el desarrollo y validación del Instrumento de RAVE, diseñado para medir la capacidad espacial de estudiantes de secundaria (11-13 años). El RAVE se basa en tres constructos: rotación mental, orientación y visualización espacial, y está

alineado con las tareas espaciales que los estudiantes pueden encontrar en matemáticas y disciplinas STEM.

El instrumento fue administrado a 430 estudiantes, y mediante análisis factorial se redujo de 45 a 30 ítems, explicando el 43% de la varianza. La confiabilidad interna fue de .845, y el análisis Rasch mostró una adecuada dificultad de los ítems.

Los constructos del RAVE correlacionaron significativamente con instrumentos psicológicos establecidos: rotación mental (0.71), orientación espacial (0.41) y visualización espacial (0.66). El instrumento para medir el RAVE ofrece una herramienta válida y confiable para la investigación y la evaluación pedagógica en el ámbito espacial.

Por lo anterior se optó por aplicar dicho instrumento en el caso de los estudiantes del TecNM-Chetumal independiente de la edad de estos, ya que se puede manejar la premisa de que al tener mayor edad la destreza será al menos igual que si se aplicara a estudiantes con menor rango de edad.

Un ejemplo de los ítems del instrumento se muestra en la Figura 1, en el cual se pide al alumno que considere la posición del bloque inicial y que determine cual de las 4 opciones marcadas de con las letras de la “A” a la “C” es la correcta.

IV. Resultados

Los datos obtenidos, se sometieron a un análisis estadístico de datos agrupados con la finalidad de poder hacer una comparación de los mimos. Del total de alumnos a los que se le aplicó la prueba, el 51.6% corresponde a la licenciatura de ingeniería

en sistemas computacionales y el 48.4% a la licenciatura en contabilidad.

La Tabla 1 muestra los resultados en global alcanzados por los alumnos en la aplicación del test de RAVE.

Tabla 1

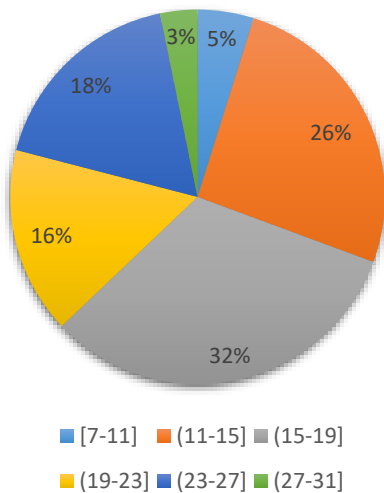
Puntaje obtenido al aplicar el test RAVE en el total de la muestra.

Número de intervalo	Intervalo de clase	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	7-11	9.0	3.0	3.0	4.8	4.8
2	11-15	13.0	16.0	19.0	25.8	30.6
3	15-19	17.0	20.0	39.0	32.3	62.9
4	19-23	21.0	10.0	49.0	16.1	79.0
5	23-27	24.5	11.0	60.0	17.7	96.8
6	26-31	28.0	2.0	62.0	3.2	100.0
Total			62.0		100.0	

Nota. Los datos presentados en esta tabla fueron recolectados y analizados por el autor como parte de este estudio.

Figura 1

Gráfica que muestra la distribución de los porcentajes absolutos obtenidos por los alumnos en el test RAVE.



Se determinó que el porcentaje de mujeres es el 30.6%, de ese porcentaje el 84.2% cursa la

licenciatura en contabilidad y el 15.8% en ingeniería en sistemas computacionales y el de hombres es de 69.4%, con un 32.6% en la licenciatura en contabilidad y un 67.4% en ingeniería en sistemas computacionales, lo cual es una vertiente que estudiar y analizar si existe una

Tabla 2

Puntaje obtenido al aplicar el test RAVE en mujeres

Número de intervalo	Intervalo de clase	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	7 - 11	9.0	2.0	2.0	10.5	10.5
2	11 - 15	13.0	9.0	11.0	47.4	57.9
3	15 - 19	17.0	3.0	14.0	15.8	73.7
4	19 - 23	21.0	2.0	16.0	10.5	84.2
5	23 - 27	25.0	3.0	19.0	15.8	100.0
Total			19.0		100.0	

Nota. Los datos presentados en esta tabla fueron recolectados y analizados por el autor como parte de este estudio.

Tabla 3

Puntaje obtenido al aplicar el test RAVE por los hombres.

Número de intervalo	Intervalo de clase	Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	9 - 12	10.5	5.0	5.0	11.6	11.6
2	12 - 15	13.5	3.0	8.0	7.0	18.6
3	15 - 18	16.5	12.0	20.0	27.9	46.5
4	18 - 21	19.5	11.0	31.0	25.6	72.1
5	21 - 24	22.5	5.0	36.0	11.6	83.7
6	24 - 27	25.5	5.0	41.0	11.6	95.3
7	27 - 30	28.5	2.0	43.0	4.7	100.0
Total			43.0		100.0	

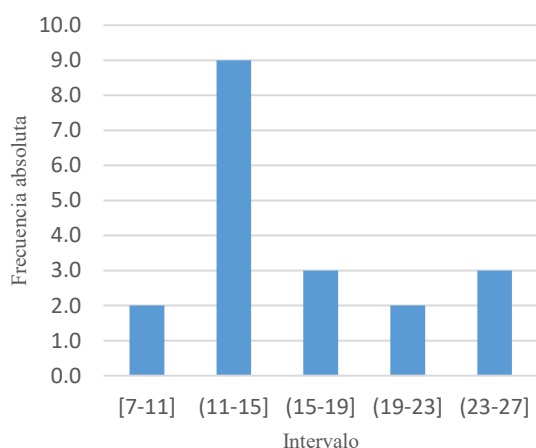
Nota. Los datos presentados en esta tabla fueron recolectados y analizados por el autor como parte de este estudio.

diferencia sustancial en el puntaje obtenido teniendo en cuenta el sexo del alumno.

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos por los hombres al aplicar el test en la muestra de alumnos.

Figura 2

Gráfica que muestra la distribución de los valores absolutos obtenidos por las mujeres en el test RAVE.



V. Discusión y análisis

Los resultados obtenidos en este estudio permiten analizar la relación entre el razonamiento visual-espacial (RAVE) y el desempeño académico en matemáticas, específicamente en el contexto de los estudiantes de licenciatura del Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal. La aplicación del test de RAVE reveló que la mayoría de los estudiantes se ubicaron en los intervalos de puntuación media (15-19 y 19-23), lo que sugiere que, en general, los alumnos poseen un nivel moderado de habilidades visuales-espaciales. Sin embargo, un porcentaje significativo (17.7%)

alcanzó puntuaciones más altas (23-27), lo que indica que algunos estudiantes tienen un razonamiento visual-espacial más desarrollado, lo cual podría estar relacionado con un mejor desempeño en asignaturas que requieren habilidades espaciales, como el cálculo vectorial.

Al desglosar los resultados por género, se observó que las mujeres representaron el 30.6% de la muestra, con una distribución de puntuaciones que tiende a concentrarse en los intervalos medios (11-15 y 15-19). Por otro lado, los hombres, que constituyeron el 69.4% de la muestra, mostraron una mayor dispersión en sus puntuaciones, con un porcentaje significativo (27.9%) en el intervalo de 15-18 y otro 25.6% en el intervalo de 18-21. Esto sugiere que, aunque los hombres tienden a obtener puntuaciones más altas en el test de RAVE, no se puede afirmar que exista una diferencia sustancial en el razonamiento visual-espacial entre ambos géneros, ya que las mujeres también demostraron habilidades espaciales competentes, especialmente en el intervalo de 11-15.

Estos hallazgos están en línea con investigaciones previas que han explorado la relación entre el razonamiento visual-espacial y el desempeño en matemáticas. Por ejemplo, Ramful et al. (2017) encontraron que el RAVE está correlacionado con habilidades matemáticas clave, como la resolución de problemas y la comprensión de conceptos abstractos. Además, estudios como los de Kozhevnikov et al. (2007) han destacado que las habilidades espaciales están vinculadas a la memoria de trabajo visual-espacial, lo que podría explicar por qué los estudiantes con puntuaciones más altas en el test de RAVE tienden a tener un mejor desempeño en asignaturas que requieren manipulación mental de objetos y conceptos.

Sin embargo, es importante destacar que este estudio tiene algunas limitaciones. En primer lugar, la muestra se limitó a estudiantes de dos carreras (Contabilidad e Ingeniería en Sistemas Computacionales), lo que puede no ser representativo de la población estudiantil en general. Además, el tamaño de la muestra ($n=62$) es

relativamente pequeño, lo que podría afectar la generalización de los resultados. Futuras investigaciones podrían ampliar la muestra para incluir estudiantes de otras disciplinas y analizar si existen diferencias significativas en el RAVE entre carreras.

Otra limitación es que el estudio no consideró otros factores que podrían influir en el desempeño académico, como el nivel socioeconómico, el acceso a recursos educativos o la motivación intrínseca de los estudiantes. Estos factores podrían ser explorados en futuras investigaciones para obtener una comprensión más completa de la relación entre el RAVE y el rendimiento en matemáticas.

Los resultados de este estudio sugieren que el razonamiento visual-espacial es una habilidad importante para el éxito en asignaturas como el cálculo vectorial. Sin embargo, se necesitan más investigaciones para determinar si las intervenciones educativas que fomentan el desarrollo del RAVE pueden mejorar el desempeño académico en matemáticas. Además, sería relevante explorar si existen diferencias en el RAVE entre estudiantes de diferentes disciplinas y cómo estas habilidades pueden ser potenciadas a través de estrategias didácticas innovadoras, como el uso de tecnologías de realidad aumentada o simulaciones interactivas.

VI. Conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo principal explorar la relación entre el razonamiento visual-espacial (RAVE) y el desempeño académico en matemáticas, específicamente en el contexto de los estudiantes de licenciatura del Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal. Los resultados obtenidos permiten concluir que el RAVE es una habilidad clave que influye en la capacidad de los estudiantes para comprender y resolver problemas en asignaturas que requieren manipulación mental de objetos y conceptos abstractos, como el cálculo vectorial. La mayoría de los estudiantes mostraron un nivel moderado de

habilidades visuales-espaciales, con un porcentaje significativo que alcanzó puntuaciones más altas, lo que sugiere que el desarrollo de estas habilidades podría estar relacionado con un mejor desempeño académico.

Además, se observó que no existen diferencias sustanciales en el RAVE entre hombres y mujeres, aunque los hombres tendieron a obtener puntuaciones ligeramente más altas. Esto refuerza la idea de que el razonamiento visual-espacial no está determinado exclusivamente por el género, sino que puede ser desarrollado y potenciado a través de estrategias educativas adecuadas. Sin embargo, es importante destacar que las mujeres mostraron un desempeño competente en los intervalos medios, lo que sugiere que también poseen habilidades espaciales relevantes para el éxito en matemáticas.

Una de las principales contribuciones de este estudio es la identificación del RAVE como un factor importante en el aprendizaje de las matemáticas, lo que abre la puerta a futuras investigaciones sobre cómo estas habilidades pueden ser fomentadas en el aula. Por ejemplo, la implementación de herramientas tecnológicas como la realidad aumentada o simulaciones interactivas podría ser una estrategia efectiva para mejorar el razonamiento visual-espacial de los estudiantes y, en consecuencia, su desempeño en asignaturas como el cálculo vectorial.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones de este estudio. La muestra se limitó a estudiantes de dos carreras (Contabilidad e Ingeniería en Sistemas Computacionales), lo que puede no ser representativo de la población estudiantil en general. Además, el tamaño de la muestra fue relativamente pequeño, lo que podría afectar la generalización de los resultados. Futuras investigaciones podrían ampliar la muestra para incluir estudiantes de otras disciplinas y analizar si existen diferencias significativas en el RAVE entre carreras.

Algunas recomendaciones pedagógicas que se podrían implementar y estudiar su efecto en el RAVE son:

- a) Herramientas 3D: Software como GeoGebra 3D o MATLAB podría potenciar la visualización espacial (Kozhevnikov et al., 2007).
- b) Talleres específicos: Diseñar módulos para rotación mental y proyecciones isométricas, enfocados en estudiantes con RAVE bajo (<15 puntos).
- c) Enfoque interdisciplinario: Colaborar con psicólogos educativos para adaptar pruebas estandarizadas como las pruebas revisadas de visualización espacial de Purdue: visualización de rotaciones (PSVT-R) al contexto de los estudiantes de licenciatura del Tecnológico Nacional de México Campus Chetumal .

Realizando una revisión se desprenden algunas líneas de investigación para futuros trabajos, las cuales son:

- a) Estudios multicéntricos: Replicar la metodología en otros campus del Tecnológico Nacional de México para generalizar resultados.
- b) Análisis de redes neuronales: Usar fMRI para mapear activación cerebral durante tareas de RAVE (Kozhevnikov et al., 2007).
- c) Impacto laboral: Evaluar si el RAVE predice éxito en empleos STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics).

En conclusión, este estudio resalta la importancia del razonamiento visual-espacial en el aprendizaje de las matemáticas y sugiere que el desarrollo de estas habilidades podría ser clave para mejorar el desempeño académico de los estudiantes. Se recomienda que futuras investigaciones exploren

estrategias didácticas innovadoras para fomentar el RAVE y analicen su impacto en el rendimiento académico en diferentes contextos educativos.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con este trabajo. Este manuscrito fue elaborado siguiendo las pautas éticas y de transparencia establecidas por el Committee on Publication Ethics (COPE).

VII. Referencias

- Cajaraville, J. A., Godino, J. D., Fernández, T., & Gonzato, M. (2011). UNA APROXIMACIÓN ONTOSEMIÓTICA A LA VISUALIZACIÓN EN EDUCACIÓN MATEMÁTICA. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of Visual-Spatial Representations and Mathematical. *Journal of Educational Psychology*, 684–689.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2023). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Segunda).
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial Visualization in Physics Problem Solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549–579.
<https://doi.org/10.1080/15326900701399897>
- Mar Orozco, C. E., Barbosa Moreno, A., & Molar Orozco, J. F. (2020). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. Métodos y técnicas* (Primera). PATRIA educación.
- Puyol-Cortez, J. L., Rivadeneira-Moreira, J. C., & Intriago-Mairongo, H. A. (2022). Desarrollo del pensamiento espacial en estudiantes del preuniversitario. *AlfaPublicaciones*, 206–221, 41.
- Ramful, A., Lowrie, T., & Logan, T. (2017). Measurement of Spatial Ability: Construction and Validation of the Spatial Reasoning Instrument for Middle School Students. *Journal of Psychoeducational Assessment*,

35(7), 709–727.

<https://doi.org/10.1177/0734282916659207>

Sánchez-Rodríguez, M. A. (2022). ¿Cómo puedo calcular el tamaño de la muestra? Importancia en la calidad y la validez en la investigación en ciencias de la salud. *Casos y Revisiones de Salud*, 4(2), 113–126.

<https://doi.org/10.22201/fesz.26831422e.2022.4.2.8>

Vazquez, S. M., & Noriega Biggio, M. (2010).

RAZONAMIENTO ESPACIAL Y

RENDIMIENTO ACADÉMICO.

INTERDISCIPLINARIA, 145–158.

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.