

Omnia Año 23, No. 1 (enero-abril, 2017) pp. 33 - 43
Universidad del Zulia. ISSN: 1315-8856
Depósito legal pp 199502ZU2628

Resultados de aprendizaje en matemáticas

María Patricia Bastidas y María Josefina Escalona***

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar los resultados de aprendizaje de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia en relación al tema de las integrales de funciones de tres variables aplicadas para el cálculo de volumen en sólidos. El diseño de investigación fue transeccional descriptivo. La muestra estuvo conformada por 54 estudiantes de ambos sexos inscritos en la asignatura Cálculo III durante el período académico II-2015. El instrumento para recoger datos fue un cuestionario cerrado y el procedimiento para recoger información fueron las tablas de frecuencia. Los resultados de aprendizaje en el cálculo de volumen de sólidos fueron deficientes en ambos grupos de estudiantes.

Palabras clave: Resultados de aprendizaje, cálculo, integrales, volumen, sólidos.

Learning Outcomes in Mathematics

Abstract

The objective of the research was to determine the learning outcomes of the students of the Faculty of Engineering of the University of Zulia in relation to the topic of the function integrals of three variables applied for the calculation of volume in solids. The research design was descriptive transeccional. The sample consisted of 54 students of both sexes enrolled in the subject Calculus III during the academic period II-2015. The instrument for collecting data was a closed questionnaire and the procedure for collecting information was the frequency tables. The learning outcomes in the calculation of solids volume were deficient in both groups of students.

Keywords: Learning outcomes, calculus, integrals, volume, solids.

* MSc. Scientiarum en Matemática: Mención Docencia. Profesora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. patriciastididasg@gmail.com

** Dra. en Ciencias Humanas. Profa. Titular Jubilada del Dpto. de Matemática y Física. Centro de Estudios Matemáticos y Físicos. Investigadora Programa Representación del Pensamiento Racional – Línea didáctica de las matemáticas y Cs. naturales, Facultad de Humanidades y Educación. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. covemesca@gmail.com

Introducción

Las matemáticas es el fundamento de la mayoría de las disciplinas científicas, realidad que en principio podría ser considerada como un factor de interés repercute con incidencia mínima en los estudiantes, y es una de las áreas del conocimiento con alto grado de abstracción, donde existen mayores dificultades para el aprendizaje y poco aprovechamiento o adquisición de conocimientos. Un alto porcentaje de los estudiantes que cursan carreras que requieren del pensamiento lógico y el razonamiento abstracto en Instituciones de Educación Superior muestran actuaciones consideradas evidencia de aprendizajes deficientes. Si bien es cierto que existen diversos estudios relacionados con las matemáticas y el logro en esta área, existe consenso en afirmar que las matemáticas tienden a constituirse en un filtro selectivo en los distintos niveles educativos a escala mundial (Davis y Hersh, 1998). De acuerdo con Escalona y Vanegas (2010), una de las áreas del saber donde existe poca adquisición de conocimientos institucionalizados son las matemáticas; para esta área del conocimiento, generalmente, el número de aplazados en asignaturas del área es alto. Razón, ésta última, para estudiar los tipos de resultados esperados del proceso de aprendizaje en estudiantes universitarios, entendidos estos últimos como, “facultades humanas que hacen posible una variedad de actuaciones” (Gagné, 1975: 60).

Este artículo es un primer avance de investigación; el mismo es considerado como el diagnóstico inicial o el pretest de la investigación de un proyecto más amplio titulado “Incidencia del aula virtual en los resultados de aprendizaje”. La orientación es guiada por el siguiente objetivo: Determinar los resultados de aprendizaje de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Zulia en relación al tema de las integrales de funciones de tres variables aplicadas para el cálculo de volumen en sólidos.

El docente debe considerar los tipos de actuación que se aprecian como evidencia del aprendizaje en las distintas áreas del conocimiento organizado, ya que favorecen la comprensión del proceso de aprendizaje y permiten extraer implicaciones precisas para el proyecto de la instrucción. Los resultados de aprendizaje entendidos como facultades humanas se pueden compendiar en cinco (5) categorías primordiales: las actitudes, habilidades motoras, la información verbal, habilidades intelectuales y las estrategias cognoscitivas, todas con implicaciones divergentes en relación al arreglo de las condiciones para el aprendizaje y la retención.

La actitud constituye un estado interno adquirido que ejerce influencia sobre la elección de la acción personal hacia alguna clase de cosas, personas o eventos, y constan de tres componentes: afectivo, cognoscitivo y conductual. Como capacidades aprendidas, las actitudes se asocian en el pensamiento con los valores y están orientadas específicamente hacia las preferencias particulares.

Por su parte las habilidades motoras hacen posible la ejecución precisa, fluida y exactamente regulada de actuaciones en las que se deben usar los músculos. La Información verbal como una facultad implica que el individuo está en capacidad de exponer en forma de proposición aquello que ha aprendido, y lo que anuncia tiene forma de oraciones o proposiciones (Mata Guevara, 1992). Las unidades de información adquirida se pueden clasificar como hechos, nombres, principios y generalizaciones.

Las habilidades intelectuales son capacidades que facultan al individuo para interactuar con el medio de manera indirecta. Mientras que, en una situación de aprendizaje facultan al estudiante para responder en forma adecuada a clases enteras, grupos o categorías de fenómenos naturales, así como a interactuar con su medio ambiente mediante símbolos (letras, cifras, palabras, y diagramas gráficos). Estas habilidades se dividen en sub categorías ordenadas de acuerdo con la complejidad de la operación mental que implican: discriminaciones, conceptos, reglas y reglas de orden superior, donde las habilidades más complejas requieren del aprendizaje previo de las habilidades más simples (ver Tabla 1).

Tabla 1. Habilidades intelectuales

Habilidad	Capacidad Aprendida	Contexto de aprendizaje
Discriminación	Habilidad simple de distinguir una característica en un objeto de otro, cosa que incluye el distinguir un símbolo de otro	Faculta para observar la diferencia entre los estímulos, y cuando se ha completado tiene como resultado la percepción selectiva de las características de su medio ambiente
Conceptos	Concretos: Capacita al individuo, para identificar una clase de objetos, calidades de objetos, o relaciones “señalando” uno o más casos de la clase Definidos: implican que se tienen que utilizar una oración o proposición para identificar una clase de cosas; es una regla para la clasificación	Faculta para identificar (para sí mismo o para otra persona) la clase completa de cosas indicando uno o más ejemplos Faculta para hacer una demostración, o enseñar la manera de utilizar la definición; al hacer esto, esta clasificando casos del concepto
Reglas	Constituye la representación de una afirmación verbal	Faculta para llevar a cabo algo, utilizando símbolos para representar e interactuar con el ambiente en formas generalizadas
Reglas de orden superior	Combinación de reglas más simples, aplicadas a la resolución de un problema nuevo	Faculta para reunir reglas complejas combinando otras más simples para resolver problemas nuevos

Fuente: Bastidas y Escalona (2016), compilado de Gagné (1975).

Las estrategias cognoscitivas son capacidades internamente organizadas de las cuales hace uso el estudiante para guiar su propia atención, aprendizaje, recordación y pensamiento. Estas estrategias, son empleadas por el estudiante para pensar acerca de lo que ha aprendido y para la resolución de problemas, es decir, constituyen formas con las que el cuenta para controlar los procesos del aprendizaje.

Método

En el estudio de caso, se utilizó un diseño no experimental de tipo transeccional, ya que la investigación tuvo como objetivo indagar la incidencia de las categorías de las subvariables información verbal, habilidades intelectuales y estrategias cognoscitivas de la variable resultados de aprendizaje en un grupo de 54 estudiantes (34 estudiantes de sexo masculino y 20 estudiantes de sexo femenino) inscritos en la asignatura Cálculo III durante el período académico II-2015.

La investigación es de tipo descriptivo, puesto que en el estudio fueron caracterizados los resultados de aprendizaje de dos grupos de estudiantes en una preprueba, considerados como “el diagnóstico inicial o el pretest de las investigaciones que le continúan” (Hurtado de Barrera, 2010: 134). El instrumento para recoger datos fue un cuestionario cerrado y el procedimiento para recoger información fueron las tablas de frecuencia.

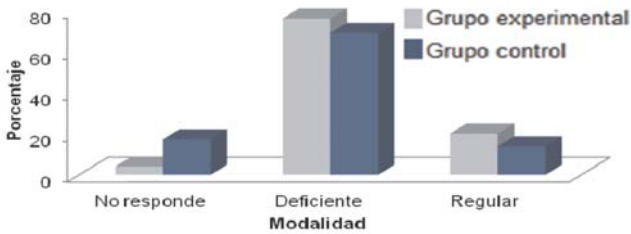
Resultados de aprendizaje

Para determinar los resultados de aprendizaje en la asignatura Cálculo III de los estudiantes de los grupos experimental y control, se describieron las frecuencias de las respuestas emitidas por los 54 estudiantes, además de analizarse medidas de tendencia central y dispersión. Donde se obtuvo lo siguiente:

La subvariable **información verbal** estuvo conformada por tres categorías distintas: hechos, nombres, y generalizaciones. En relación a los **hechos**, se manifestó que ambos grupos presentaron un dominio deficiente en relación al conocimiento para definir la integral triple. No hubo estudiantes con puntuaciones buenas o excelentes (ver Gráfico 1).

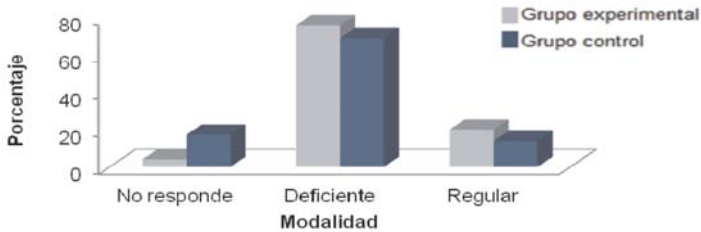
En la **Información Verbal de nombres**, se pedía a los estudiantes exponer la integral triple como una suma generalizada (ver Gráfico 2). No hubo estudiante con puntuaciones buenas o excelentes, ambos grupos muestran un dominio de aprendizaje de la información verbal de hechos deficiente.

Gráfico 1. Información Verbal. Hechos



Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

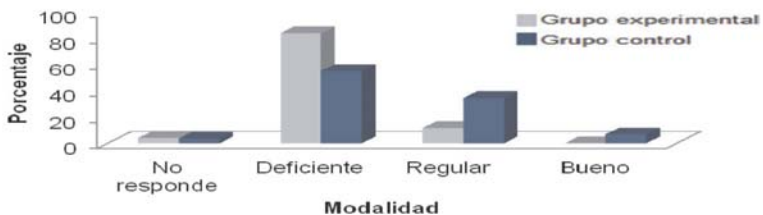
Gráfico 2. Información Verbal. Nombres



Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

En la categoría **generalizaciones** El desempeño de los estudiantes en esta categoría fue deficiente. Esta variación se da en la parte de los valores más bajos de la escala. Ningún estudiante calificó como bueno o excelente, lo cual confirma que las puntuaciones tienden a ubicarse en valores bajos (ver Gráfico 3).

Gráfico 3. Información Verbal. Generalizaciones



Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

En resumen, se puede concluir que los estudiantes de ambos grupos no están facultados para escribir y representar los efectos retenidos del aprendizaje en la forma de información verbal y para utilizar indicaciones de tipo no verbal en la recuperación de la información. Es decir, los participantes no demostraron estar en capacidad de recordar información y representar la definición de la integral triple, de reconocer nombres para exponer la integral triple en forma de suma generalizada y de replantear el método de evaluación de integral doble en términos de la integral triple encontrando relaciones y asociando la información a otros hechos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Dominio de aprendizaje de información verbal

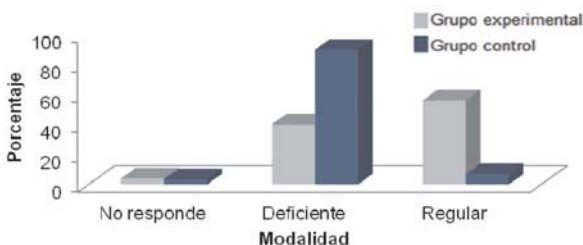
CATEGORÍA	GRUPO	
	Experimental	Control
HECHOS	Deficiente	Deficiente
NOMBRES	Deficiente	Deficiente
GENERALIZACIÓN	Deficiente	Deficiente

Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

Habilidades Intelectuales

Por otro lado, **las Habilidades Intelectuales** fueron divididas en categorías ordenadas de acuerdo con la complejidad de la operación mental que implican: discriminaciones, conceptos, reglas y reglas de orden superior. En la **categoría discriminaciones**, el 56% de los estudiantes del grupo experimental respondieron en forma regular. En el grupo control, aproximadamente el 90% de los estudiantes del grupo control obtuvo puntuaciones deficientes. Ninguno de los estudiantes obtuvo puntuaciones buenas o excelentes, situación similar observada en el grupo control. La habilidad para discriminar de los estudiantes de ambos grupos es diferente tal y como lo indican los resultados de la escala. El grupo experimental se ubicó en 1,522 (regular), mientras que el grupo control en 1,031 (deficiente). En general, los estudiantes de ambos grupos presentan diferencia en su capacidad para distinguir entre ecuaciones (ver Gráfico 4).

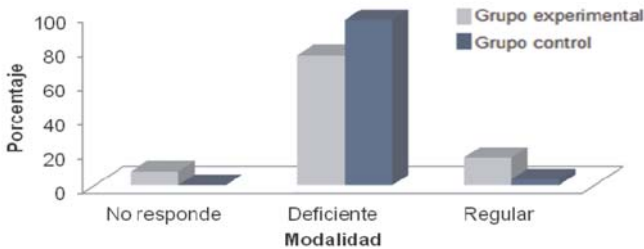
Gráfico 4. Habilidades Intelectuales. Discriminaciones



Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

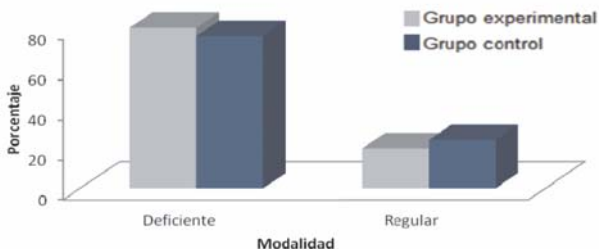
En la categoría **conceptos**, el 76% de los estudiantes del grupo experimental presentó limitantes en su capacidad para identificar superficies en el espacio tridimensional, de igual manera, alrededor del 96% de los estudiantes del grupo control mostraron deficiencia en esta categoría (ver Gráfico 5). Este hecho es comprensible puesto que, un porcentaje considerable de estudiantes demostró ausencia en la adquisición de requisitos previos para discriminar, lo cual teóricamente sugiere posteriores restricciones de aprender conceptos, puesto que el individuo debe poder discriminar antes de nombrar, identificar clases de objetos, cualidades e inferir relaciones. Los estudiantes del grupo experimental se ubicaron en 1,081 (deficiente) mientras que los estudiantes del grupo control se ubicaron en 1,031 (deficiente). Las puntuaciones obtenidas por los sujetos sugieren que su habilidad para aprender conceptos es deficiente, ninguno de los estudiantes obtuvo puntuaciones buenas o excelentes. Ambos grupos muestran un dominio de aprendizaje relacionado con la capacidad de identificar clases de objetos deficientes.

Gráfico 5. Habilidades Intelectuales. Conceptos



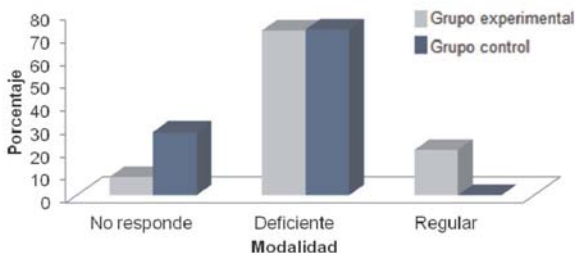
Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

En la categoría **reglas**, poco más de la tercera parte de los estudiantes del grupo experimental y control lograron puntuaciones deficientes. Es por lo tanto comprensible que, los estudiantes del grupo experimental se ubicaron en 0,581 (deficiente), y los estudiantes del grupo control se ubicaron en 0,661 (deficiente). Ambos grupos muestran un dominio de aprendizaje de la categoría “reglas” deficiente (ver anexo D y Gráfico 7). Es decir, en ambos grupos de estudiantes el dominio de aprendizaje de reglas que los capacitan para transferir principios y completar tareas utilizando símbolos matemáticos fue deficiente, tal y como lo indican los resultados de la escala.

Gráfico 6. Habilidades Intelectuales. Reglas

Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

En relación a la adquisición de las **reglas de orden superior**, el grupo experimental presentó deficiencias en un alto porcentaje (alrededor del 72%), para utilizar la integral triple y hallar el volumen de sólidos, mientras que en esta categoría el grupo control mostró un porcentaje similar de respuestas deficientes; sin embargo cabe destacar que el porcentaje de alumnos que se abstuvo de responder a la preguntas planteadas en la pre prueba fue mayor en este grupo en comparación al del grupo experimental (27%). Esto último, permite aseverar que los participantes de ambos grupos mostraron un dominio de aprendizaje deficiente en relación a su capacidad para aplicar los efectos retenidos del aprendizaje en forma de información verbal y las habilidades más simples en situaciones nuevas y concretas para resolver problemas. Los estudiantes del grupo experimental se situaron en 1,121 y los estudiantes del grupo control en 0,721 (deficiente ambos casos). Es evidente que los estudiantes de ambos grupos se inclinaron hacia valores bajos de la escala (ver Gráfico 7).

Gráfico 7. Habilidades Intelectuales. Reglas de orden superior

Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

Los resultados de aprendizaje en relación a las “habilidades intelectuales” en sus diversas categorías no son satisfactorios, puesto que los estudiantes de ambos grupos presentaron deficiencias al momento de

demostrar la aplicabilidad de los efectos retenidos del aprendizaje de las reglas más simples en caso particulares relacionados con el uso de la integral triple y el cálculo de volumen de sólidos. Situación que se encuentra en concordancia con lo referido por Gagné (1975), quien sugiere que las habilidades más complejas requieren del aprendizaje previo de las habilidades más simples como consecuencia de que varían en función de un carácter ordenado que guarda implicaciones definidas para el aprendizaje (ver Tabla 3).

Tabla 3. Dominio de aprendizaje de habilidades de aprendizaje

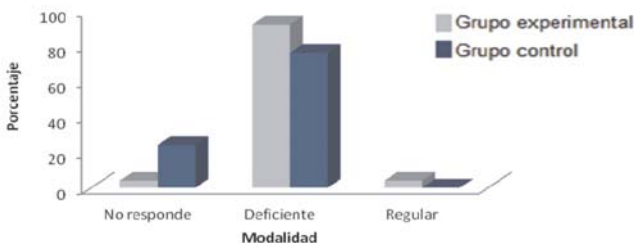
CATEGORÍA	GRUPO	
	Experimental	Control
Discriminación	Regular	Deficiente
Conceptos	Deficiente	Deficiente
Reglas	Deficiente	Deficiente
Reglas de orden superior	Deficiente	Deficiente

Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

Estrategias Cognoscitivas

En lo referente a las “estrategias cognoscitivas”, se observa claramente que en la categoría **análisis** un 92% de los estudiantes del grupo experimental intentaron resolver los problemas propuestos con un desempeño deficiente, al igual que un 76% de los estudiantes del grupo control. Los estudiantes del grupo experimental se ubicaron en 1,00 mientras que los estudiantes del grupo control se ubicaron en 0,761, deficiente en ambos casos. En tal sentido, los estudiantes del grupo experimental y los estudiantes del grupo control no lograron analizar como simplificar un problema de cálculo de volumen restableciendo el orden de integración en una integral triple. Por lo tanto el dominio en cuanto a la habilidad para analizar exhibido por los estudiantes tendió a ser deficiente (ver Gráfico 8).

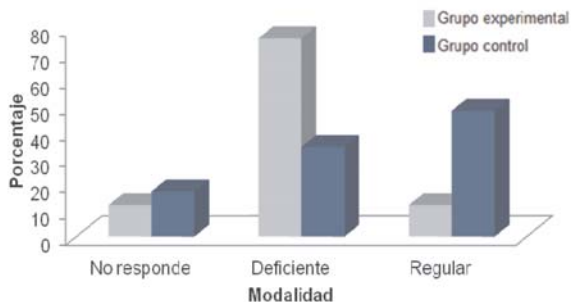
Gráfico 8. Estrategias Cognoscitivas. Análisis



Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

Ahora bien, en relación a la categoría **resolución de problemas**, por encima del 12% de los estudiantes del grupo experimental se privaron de resolver los problemas de cálculo de volumen planteados en el pre test, y hasta un 76% de ellos respondieron de forma deficiente. De manera similar, en el grupo control se observa tal situación; ya que un porcentaje considerable de estudiantes se abstuvo de resolver los problemas de cálculo de volumen. Sin embargo, cabe señalar que aproximadamente el 48% de los estudiantes de este grupo trataron de resolver problemas de cálculo de volumen, aunque con un desempeño regular (ver Gráfico 9). Los participantes del grupo experimental se ubicaron en 1,00 mientras que los participantes del grupo control en 1,311 para el grupo control, lo cual sugiere una tendencia de la muestra hacia valores bajos de la escala, tal y como lo confirma los resultados.

Gráfico 9. Estrategias Cognoscitivas. Resolver problemas



Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

Con base en la situación descrita, se puede inferir que los estudiantes demostraron no estar facultados para analizar y abordar problemas nuevos (ver Tabla 4).

Tabla 4. Dominio de aprendizaje de estrategias cognoscitivas

CATEGORÍA	GRUPO	
	Experimental	Control
De Análisis	Deficiente	Deficiente
Resolución de problemas	Deficiente	Deficiente

Fuente: Bastidas y Escalona (2016).

La información anterior, representa la descripción de las capacidades de los estudiantes del grupo experimental y el grupo control demostradas al momento de presentar la pre prueba. En conclusión, podría aseverarse que los estudiantes no lograron aplicar los efectos retenidos del aprendizaje previo en la forma de información verbal en relación al tema de volumen de sólidos, y tampoco aplicar otras capacidades como

las habilidades intelectuales y las estrategias cognoscitivas para el análisis y resolución de problemas y utilizarlas frente a situaciones nuevas.

Conclusiones

Partiendo de los resultados obtenidos derivados de la aplicación de la pre prueba, en la categoría hechos, los sujetos presentaron un dominio deficiente en relación al conocimiento para definir la integral triple. Mientras que, en la categoría de nombres ambos grupos muestran un dominio de aprendizaje de la información verbal de hechos deficiente, y en la categoría generalizaciones el desempeño de los estudiantes fue deficiente.

Los resultados de aprendizaje obtenidos en relación a la “información verbal” fueron deficientes; puesto que en general la comunicación verbal presentada en forma escrita por los estudiantes del grupo control y el grupo experimental sugirió, en primera instancia, que los estudiantes no estaban facultados para representar la información en relación a la definición de la integral triple. En otras palabras, se refiere a la exposición de esta integral en forma de suma generalizada y al replantear el método de evaluación de integral doble en términos de la integral triple.

Los resultados de aprendizaje en relación a las “habilidades intelectuales” y sus tipos, no fueron satisfactorios; puesto que, los estudiantes de ambos grupos demostraron limitaciones en sus habilidades y su aplicabilidad en la resolución de problemas de cálculo de volumen de sólidos. Siendo la tendencia general de ambos grupos hacia valores bajos. Una situación similar se evidenció después de analizar las puntuaciones de los estudiantes en la preprueba, en relación a las estrategias cognoscitivas. Los resultados sugirieron que los estudiantes del grupo experimental y los estudiantes del grupo control no demostraron facultades para analizar y resolver problemas sobre el cálculo del volumen de sólidos.

Referencias bibliográficas

- Davis, P. y Hersh, (1998). **Experiencias matemáticas**. Madrid: Labor.
- Gagné, Robert (1975). **Principios básicos del aprendizaje para la instrucción**. México: Editorial Diana, S.A.
- Hurtado de Barrera, Jacquelin (2010). **Guía para la comprensión holística de la ciencia**. Caracas: Fundación Sypal.
- Mata Guevara, Luis (1992). **Socio-Psicología del Aprendizaje**. Maracaibo: Editorial Universo C.A.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar (2014). **Metodología de la Investigación**. México D.F: Editorial Mc Graw-Hill. Interamericana de México, S.A de C.V.
- Vanegas, Damaris y Escalona, María (2010). “Representaciones de funciones matemáticas de una variable”. **Revista Omnia**, 16(3). Venezuela. Universidad del Zulia, pp. 101-122.