

Evaluación inicial como catalizador para el diseño de unidades de aprendizaje de Geometría en Educación Secundaria

Silvia Natividad Moral-Sánchez

Universidad de Almería

silviamoral@uma.es

María Teresa Sánchez-Compañá

Universidad de Málaga

teresasanchez@uma.es

Isabel María Romero-Albaladejo

Universidad de Almería

imromero@ual.es

Resumen: *En este artículo se propone un cambio en las prácticas metodológicas tradicionales para la evaluación inicial del alumnado en el aprendizaje de los cuerpos geométricos en Educación Secundaria. La información obtenida de dicha evaluación se utilizará con el fin de adecuar los conocimientos en base a los errores y dificultades geométricas fomentando un clima de participación e inclusión en el aula. Se trata de poner de manifiesto la importancia de dicha evaluación inicial y las implicaciones y consecuencias que tendrá en el diseño posterior de la unidad de aprendizaje.*

Palabras clave: *Geometría, Errores geométricos, Evaluación inicial, Cuerpos geométricos, Metodologías activas, Educación Secundaria.*

Initial evaluation as a catalyst for the design of Geometry learning units in Secondary Education

Abstract: *This article proposes a change in the traditional methodological practices for the initial evaluation of students in the learning of geometric bodies in Secondary Education. The information obtained from evaluation will be used in order to adapt the knowledge based on the errors and geometric difficulties, fostering a climate of participation and inclusion in the classroom. It is about highlighting the importance of this*

initial evaluation and the implications and consequences that it will have in the design of the learning unit.

Keywords: *Geometry , Initial Evaluation, Geometric errors, Geometric bodies, Active methodologies, Secondary Education.*

INTRODUCCIÓN

En Educación Secundaria existe un alto índice de fracaso y falta de motivación hacia las matemáticas. Se hace preciso establecer instrumentos de evaluación inicial que no solo identifiquen los conocimientos previos que tiene el alumnado, sino que también actúen de detonante inicial para la construcción del aprendizaje activo (Junta de Andalucía, 2016). De esta manera se facilita el posterior diseño de una experiencia que incluirá técnicas de gamificación y herramientas de Realidad Virtual. Para ello, es esencial establecer una evaluación inicial diagnóstica y formativa que bien fundamentada, elaborada y basada en unos instrumentos adecuados, otorgue información útil y práctica de los factores cognitivos del grupo-clase. Según Arrien, Muñuziri y Ugarriza (2016), la evaluación inicial aporta incalculables datos para construir la intervención educativa, ya que define los conocimientos y competencias previos del alumnado con respecto al currículum y prioriza los aspectos deficitarios para la posterior intervención educativa, permitiendo concretar y diseñar las estrategias de aprendizaje para que sea más eficaz. En este artículo se expone la evaluación inicial de la unidad de cuerpos geométricos realizada en un Instituto de Educación Secundaria de la Axarquía en la provincia de Málaga, con 30 alumnas y alumnos de tercero de ESO de entre 14 y 16 años. Se pretende analizar los resultados en el plano cognitivo en dos vertientes, la visualización espacial y el análisis de errores en geometría. En el plano de la visualización espacial Sinclair y Freitas (2012) afirman que tanto el gesto como el dibujo o diagrama constituyen la base material del experimento del pensamiento matemático y no pueden entenderse solo como una representación virtual o física. Luego, para poder evaluar esta habilidad, se hace necesario diseñar una dinámica que forme parte de la evaluación inicial y que involucre gestos y dibujos de cuerpos geométricos. Por otro lado, en la unidad didáctica que nos ocupa en este artículo, se hacen patente los errores previos del alumnado. Rico (1995) propone el error en geometría como aquello que entorpece la consecución de los objetivos. Es importante conocer el origen de los errores del alumnado para poder reestructurar sus esquemas mentales y proporcionarles las ayudas adecuadas. Guillén (2010), recordando a Bishop (1992), llama la atención sobre los obstáculos que se encuentran para representar las ideas geométricas, dado que existe un vocabulario visual muy complejo, con muchas convenciones y símbolos que deben comprender quienes aprenden, si se espera que les den sentido a las figuras geométricas. Se ha elaborado en la Tabla 1 un breve estudio de los errores más habituales en geometría que pueden ser detectados en la evaluación inicial.

Tabla 1. Errores en geometría

Error tipo	Referencias
1: Alfabetización del alumnado en el lenguaje geométrico (confusión en la identificación de términos, juicios basados en subfamilias o en parte de una figura) y habilidad para comunicarla	Guillén (2000); Rupayán (2007)
2: Extensión de una propiedad de una familia de sólidos a otra, o de elementos del plano a elementos del espacio	Guillén (2000)
3: Incomprensión de conceptos implicados en cierta propiedad	Guillén (2000)
4: Destrezas necesarias para la manipulación física o mental de cuerpos geométricos (girar, trasladar, deformar, ...), habilidad de dibujar representaciones planas y en el espacio	Guillén y Gutiérrez (1992); Gutiérrez (1998)
5: Destreza para relacionar representaciones en el plano de cuerpos espaciales con dichos cuerpos (en los dos sentidos $2D \Rightarrow 3D$ y $3D \Rightarrow 2D$), habilidad de visualización espacial	Guillén y Gutiérrez (1992); Gutiérrez (1998); Rupayán (2007)
6: Confundir vértices con aristas	Astolfi (1999)
7: Confundir caras con aristas o atribuir caras a cuerpos de revolución como si fuesen poliedros	Tovar (2014)
8: Los modelos de aristas son más difíciles que los de caras (grados de abstracción)	Barrantes y Zapata (2008)

También es importante establecer un diálogo en dichas dinámicas de evaluación, según Osorio y López (2017) esto se produce mediante un *feedback* o realimentación en el que el alumnado sea consciente de sus errores en el proceso de aprendizaje para poder así mejorarlos. La ausencia de *feedback*, o que éste no reúna las características adecuadas (por ejemplo, que el profesorado sólo se limite a marcar los aciertos y errores sobre el papel), puede provocar incertidumbre al alumnado sobre su progreso en el aprendizaje.

El objetivo de este artículo es compartir con la comunidad educativa una experiencia de evaluación inicial que toma como punto de partida los errores cognitivos y que servirá como base para poder desarrollar todo el proceso posterior en la unidad de geometría. La investigación realizada se encuentra enmarcada dentro de la metodología de investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza analizando el aprendizaje en contexto (Molina et al, 2011).

EVALUACIÓN INICIAL PARA CUERPOS GEOMÉTRICOS

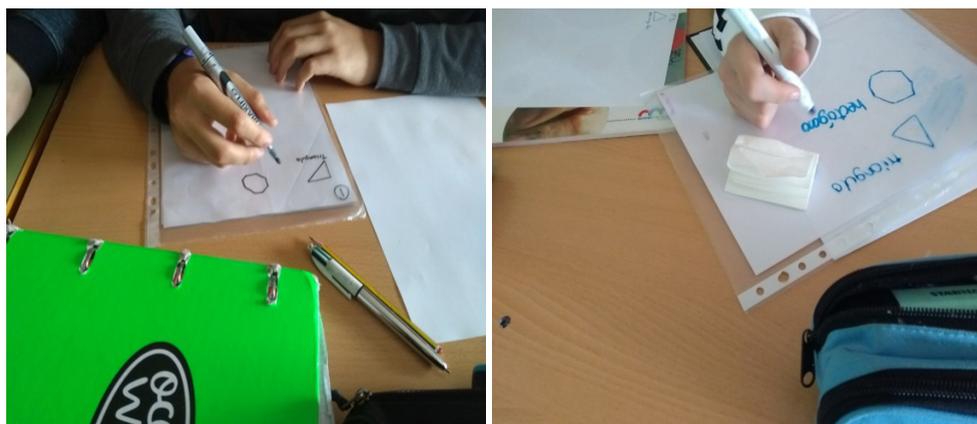
A continuación, y tras exponer al inicio los objetivos didácticos de la evaluación inicial en esta experiencia, se describen las dos dinámicas para la realización de la misma. En la primera, con un formato de preguntas y respuestas, se utilizan unas pizarritas individuales (que llamaremos “Miniboards”) para dar el *feedback* posibilitando así la detección de errores. En la segunda se realiza una dinámica activa y motivadora con el uso de la mímica para tratar de establecer los errores en visualización espacial. Finalmente, se ofrecen los resultados obtenidos en dichas dinámicas con un breve análisis de los mismos.

Objetivos de la las dinámicas de evaluación inicial:

- Mostrar al alumnado los objetivos de aprendizaje del tema de cuerpos geométricos, para tener una visión global del mismo antes de comenzar. Los contenidos a tratar incluyen: identificación de poliedros y sus propiedades, simetría axial y rotacional.
- Tomar conciencia y evidenciar los errores cognitivos y futuras dificultades de aprendizaje en geometría.
- Establecer las bases de conocimiento matemático respecto a la visualización espacial, para el diseño del resto de las sesiones que conformarán el contenido a tratar y que usarán un entorno de Realidad Virtual.

Dinámica 1. Evaluación inicial de conceptos previos de cuerpos geométricos mediante dibujos en “Miniboard”

- **Componentes necesarios:**
 - “Miniboard” (pizarrita), consisten en un forro de plástico con un folio dentro para que sean opacas, de modo que con un rotulador se puede escribir sobre ellas y borrar fácilmente.
 - Rotulador para dibujar o escribir y trozo de papel o trapo para ir borrando.
- **Mecánica:**
 - La parrilla planteada tiene un formato de preguntas y respuestas que son de elaboración propia y se basa en el estudio mostrado en la Tabla 1. Los ítems de dicha parrilla se pueden consultar en: <https://bit.ly/3jwIxMR>
 - Esta dinámica no se realizará de un modo tradicional, escribiendo las respuestas en un papel o respondiéndolas en voz alta, sino que, una vez formulada cada pregunta, el alumnado dibuja o escribe su respuesta en la “Miniboard” como muestran la Figura 1 y 2.



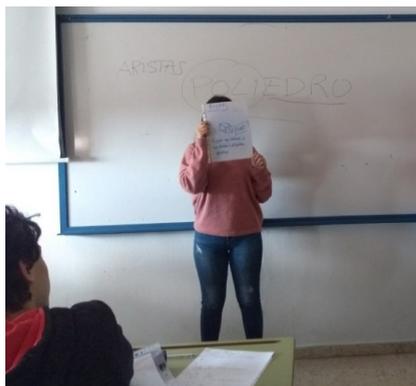
Figuras 1 y 2: Alumnado respondiendo a las preguntas de la evaluación inicial

Una vez que todos han respondido, levantan y muestran su “Miniboard” a todo el grupo-clase, de forma que pueda verla tanto la profesora como el resto de compañeras y compañeros como se ve en la Figura 3.



Figura 3: Alumnado enseñando sus respuestas

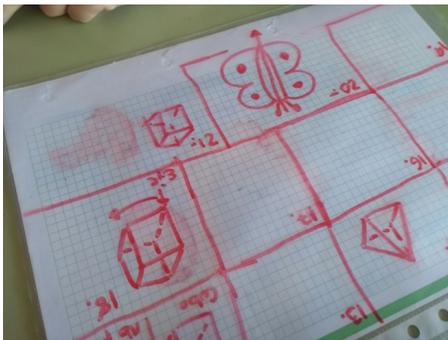
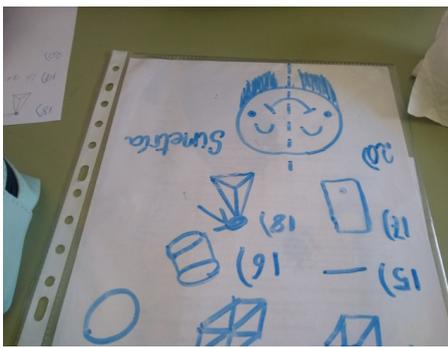
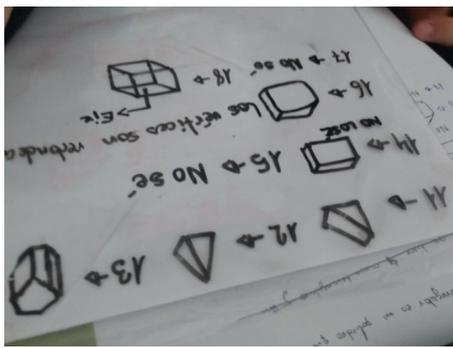
Cuando todo el mundo ha podido ver lo que ha contestado el resto, de forma correcta o errónea, el *feedback* con la respuesta válida no lo da la profesora, sino que ésta elige a un estudiante con la respuesta correcta, que será el encargado de explicárselo al resto como se muestra en las Figuras 4 y 5.



Figuras 4 y 5: Corrección feedback entre iguales

Se produce de esta forma un aprendizaje entre iguales, lo que conlleva a una asimilación más rápida del concepto, ya que al ir viendo sus fallos y los de los compañeros les permite aprender del error.

Para que la dinámica sea más ágil, en vez de ir respondiendo las preguntas y exponiendo la solución de una en una, se recomienda contestar por tandas con varios ítems como muestra las Figuras 6, 7, 8 y 9.



Figuras 6, 7, 8 y 9: Respuesta múltiple y feedback

De esta manera se ofrece una visión y respuesta global de algunos de los conceptos que están relacionados entre sí, demostrándose una mayor asimilación cognitiva del alumnado y su posterior aplicación al resto de la unidad de aprendizaje.

En la dinámica se muestra una visión general de lo que serán los objetivos a alcanzar en la unidad didáctica. Se promueve a la vez un primer acercamiento entre el grupo-clase y adquisición por parte del alumnado de una base sólida de los elementos y características de los cuerpos geométricos.

Dinámica 2. “Speed dating poliédrico”: evaluación inicial para visualización espacial mediante gestos

- **Componentes necesarios:**
 - Cartas con dibujos de cuerpos geométricos, cada uno elegirá una al azar en: <https://bit.ly/3gSXFm9>
 - Las mesas se deben colocar de dos en dos.
- **Mecánica:**
 - La dinámica consiste en tener una “cita rápida” con todos y cada uno de los compañeros y compañeras de clase. Usando la mímica y solo con gestos, sin pronunciar ni una palabra, el alumnado debe intentar, por un lado, describir el poliedro que les ha tocado, y por otro, adivinar que otros estudiantes tienen la misma carta que ellos.
 - Para ello, se sientan por parejas. Cada miembro de la pareja tiene un minuto para describirle al otro la figura que hay en la carta mediante todo tipo de gestos como se observa en las Figuras 10 y 11. Después de esos dos minutos se cambia de compañero para recibir a su próxima “cita”. Estos cambios los va indicando la profesora con un sonido o una palabra previamente establecido. Así, se irán repitiendo los intercambios hasta que interactúen con toda la clase y vuelvan a su posición original de partida. Por último, se reunirán con quien crean que tiene su misma carta.

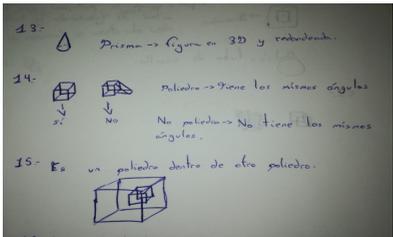
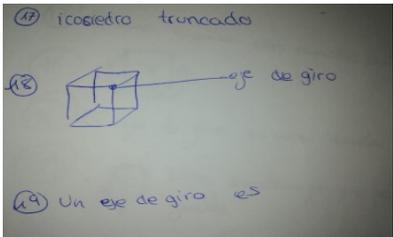
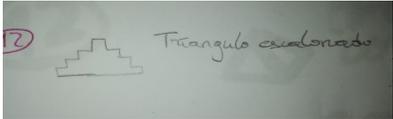


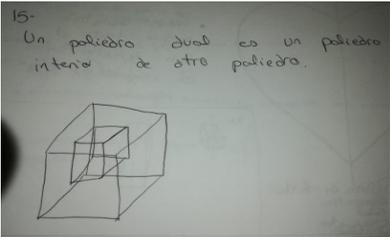
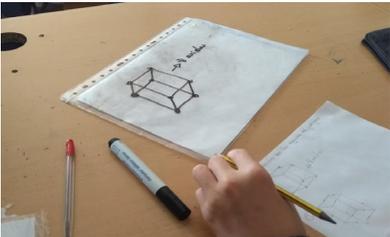
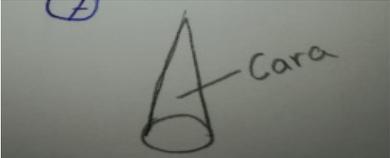
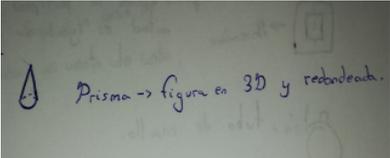
Figuras 10 y 11: Alumnado llevando a cabo la dinámica Speed dating poliédrico con gestos

RESULTADOS DE ERRORES Y DIFICULTADES MEDIANTE OBSERVACIÓN DIRECTA

En la Tabla 2 se muestran los errores cometidos por el alumnado, estableciéndose en esa misma tabla un comparativa con los ofrecidos en la Tabla 1 que mostraba de forma teórica los fallos usuales que aparecen en geometría según la literatura.

Tabla 2. Explicación de errores geométricos en la evaluación inicial

Error	Evidencia alumnado	Tipo Tabla 1
Comprensión del lenguaje matemático (relación de términos con conceptos)	 <p>13- Prisma → figura en 3D y rodeada. 14- Cubo → tiene los mismos ángulos. No poliedro → No tiene los mismos ángulos. 15- Es un poliedro dentro de otro poliedro.</p>	1
Habilidad de comunicación geométrica	Dificultad en la capacidad de entender y comunicar información en algunas preguntas y respuestas	1
Identificación de las destrezas de visualización espacial	Confundir poliedros con polígonos (también la semántica)	1, 3 y 5
	Confundir eje de simetría con plano de simetría	
	Confundir eje de giro con punto de giro	
	 <p>17) icosaedro truncado 18) eje de giro 19) Un eje de giro es</p>	
Habilidad de dibujar (construcciones geométricas). Dificultad para dibujar en tres dimensiones.	Respuestas con dibujos erróneos 	4 y 5

Error	Evidencia alumnado	Tipo Tabla 1
No reconocer la totalidad de las figuras geométricas: sólidos platónicos; clasificar conos, cilindros y esfera como poliedro; no saber qué es un prisma (buen reconocimiento de pirámides por modelización en la realidad)	Confusión inicial al describirlas o dibujarlas; errores en <i>feedback</i> evaluación inicial	1, 2 y 3
No reconocer los duales de los sólidos platónicos	 <p>15- Un poliedro dual es un poliedro interior de otro poliedro.</p>	2 y 3
Confundir vértices con aristas		6
Confundir caras con aristas o poner caras en cuerpos de revolución		7
Extensión de propiedades de una familia de sólidos a otra: Confundir poliedros con cuerpos de revolución o confundir pirámides con tetraedro		2
Los modelos de aristas son más difíciles que los de caras (grados de abstracción)	Dificultad para ver los poliedros eliminando las caras en posteriores sesiones y dificultad para describirlos	8
Error al asignar aristas y vértices en un cuerpo de revolución	Dificultad detectada en observación <i>feedback</i> evaluación inicial	3 y 7

A continuación, se realiza un análisis más exhaustivo en la dinámica de “*Speed dating poliédrico*”. En ella, se observa la dificultad de la transición mental que el alumnado debe hacer para poder pasar de dos a tres dimensiones. Cada estudiante debe abstraer e imaginar en su mente el cuerpo geométrico según el dibujo que les ha tocado. La mayoría intenta dibujar la figura en el aire, aunque otros optan por hacerlo sobre la mesa. Algunos recurren al polígono o polígonos que forman la figura para describirlas, unos intentan hacer los ángulos entre polígonos y la gran mayoría hace alusión al número de caras, aristas, vértices u otras propiedades del aprendizaje en la Dinámica 1.

Se observa el desarrollo de la capacidad de memoria visual y creatividad con los dibujos con mímica del que lo explica y la capacidad de asimilación, observación y visualización espacial del que atiende e intenta imaginar que figura le están describiendo.

Con esta dinámica se produce una comunicación no verbal geométrica, se desarrolla la habilidad de abstracción y transferencia. La dinámica no solo sirve para observar la percepción previa en visualización espacial, sino que fomenta la creatividad al tener que imaginar algo en tres dimensiones que no han visto antes y sorprende como lo relacionarán al usar elementos de Realidad virtual durante la unidad didáctica posterior que surge de esta evaluación inicial.

CONCLUSIÓN

Qué duda cabe que los sistemas de evaluación han evolucionado y hay que hacerlos atractivos para el alumnado, a la vez que prácticos y útiles para el proceso de enseñanza-aprendizaje en matemáticas. La evaluación inicial permite concretar las estrategias en el diseño de la unidad integrada y posibilita el desarrollo de las competencias respecto al curriculum (Arrien et al.,1998). Con estas dinámicas de “*Mini-board*” y “*Speed dating poliédrico*” se ofrece una visión global al alumnado de los contenidos a tratar, haciéndoles conscientes de si los conocimientos previos que tienen son o no erróneos, ya que la presencia del error en un proceso evaluativo no denota solamente una falta de conocimiento, sino que está evidenciando la existencia de un esquema cognitivo inadecuado en el alumnado (Socas,1997). Con las metodologías activas se proporciona un *feedback* constante, en un ambiente distendido, efectivo, ameno, inclusivo y motivacional que permite un aprendizaje emergente y que puede hacerles querer sumergirse en la asignatura, ayudando así a su alfabetización matemática, desarrollo cognitivo y a la socialización e inclusión en el grupo haciendo subir su autoestima. Se establecen así las bases de conocimiento matemático para el diseño del resto de las sesiones que conformarán el contenido a tratar y en las que habrá que establecer mecanismos para subsanar dichos errores. Esta experiencia puede ser replicable con cualquier grupo-clase.

REFERENCIAS:

- Astolfi, J.P.(1999). El error, un medio para enseñar. Sevilla: Diada.
- Arrien, E., Muñuziri, E., Ugarriza, J.R., (1998) . La evaluación inicial en las Aulas de Aprendizaje de Tareas: Instituto para el Desarrollo Curricular y la Formación del Profesorado del País Vasco. Recuperado el 1 Junio de 2020, de https://www.berrigasteiz.com/site_argitalpenak/docs/110_nee/1101997005c_Doc_IDC_aat_eval_ini_c.pdf
- Barrantes, M. y Zapata, M. (2008). Obstáculos y errores en la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas. Campo Abierto. *Revista de Educación*, 27, 55-71
- Bishop, A. (1992). Implicaciones didácticas de la investigación sobre la visualización. Antología de Educación Matemática. REDU: *Revista de docencia universitaria*, 8 (1), 11-34.
- Guillén, G., Gutiérrez, A. (1992). Proyecto de investigación: La enseñanza de la geometría de sólidos. Recuperado el 1 Abril de 2019, de <https://www.uv.es/angel.gutierrez/archivos1/textospdf/GutOtr92.pdf>
- Guillén, G. (2000). Sobre el aprendizaje de conceptos geométricos relativos a los sólidos. Ideas erróneas. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 35-53.
- Guillén, G. (2010). “¿Por qué usar los sólidos como contexto en la enseñanza- aprendizaje de la geometría? ¿Y en la investigación?” En M. M. Moreno, A Estrada, J. Carrillo y T.A. Sierra (Eds.), *Investigaciones en Educación Matemática XIV*, Lleida, SEIEM, 21-68
- Gutiérrez, A. (1998). Las representaciones planas de cuerpos 3-dimensionales en la enseñanza de la geometría espacial. *Revista Ema*, 3(3), 193-220.
- Molina, M., Castro, E., Molina, J.L., y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 75–88
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación del proceso de aprendizaje del alumnado, BOJA nº 144, 28 de julio (2016)
- Osorio, K., López, A. (2017) La Retroalimentación Formativa en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de Estudiantes. Mendoza: *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 7(1), 13-30.
- Rico, L (1997). Reflexión sobre los fines de la educación matemática. *Suma*, 5, 5-19
- Rupayán, R (2007). Habilidades desarrolladas por la geometría en los niños. Recuperado el 1 Junio 2019, de <https://pedagogic07.wordpress.com/2007/07/17/habilidades-desarrolladas-por-la-geometria-en-los-ninos/>
- Sinclair, N.,Freitas,E. (2011).Diagram,gesture,agency_Theorizim embodiment in the mathematics classroom. *Educ Stud Math* ,80,133–152.
- Socas, M. M. (1997). Dificultades, obstáculos y errores en el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación Secundaria. En Rico, L. y otros: *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*,125-154. Barcelona: Horsori
- Tovar, E, (2014). Errores en el aprendizaje de las figuras y cuerpos geométricos en el primer año de educación. *Revista Ciencias de la Educación Universidad de Carabobo* (Venezuela), 45,174-186.