

Las técnicas de papiroflexia como herramientas didácticas para la enseñanza de la geometría en 6° grado del Colegio Ismael Perdomo IED¹

GINA BIBIAN MORENO HENAO²

Resumen

Este artículo tiene como objetivo dar cuenta de la investigación que se llevó a cabo en la Institución Educativa Distrital Ismael Perdomo, mediante la cual se buscaba mostrar que la papiroflexia es un recurso apropiado para la enseñanza de la geometría. Lo anterior bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño metodológico de comparación de grupos control y experimental, utilizando como instrumento metodológico una prueba de

-
- 1 Este artículo es el resultado de una investigación presentada para obtener el título de magíster en Educación con énfasis en Currículo y Comunidad Educativa de la Universidad de Chile, publicado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios (ILAE). Se encuentra disponible en: <https://goo.gl/XaQd9R>
 - 2 Licenciada en Matemáticas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Especialista en Edumática con énfasis en Multimedia de la Universidad Autónoma de Colombia y magíster en Educación con énfasis en Currículo y Comunidad Educativa de la Universidad de Chile. Origamista empírica y docente de la Secretaría de Educación del Distrito (SED), Colegio Ismael Perdomo IED. Contacto: ginabin4@yahoo.com.mx

conocimientos con base en un test de preguntas cerradas, su aplicación posterior a manera de pretest, la intervención pedagógica con talleres diseñados con base en técnicas de papiroflexia en la enseñanza de las premisas curriculares de geometría-métrica, la aplicación de un postest y evaluación de la hipótesis de existencia de diferencias significativas entre pretest y postest, así como entre los grupos experimental y de control. El procedimiento de análisis de los datos se realizó mediante proporciones, gráficos estadísticos y la prueba de hipótesis, mediando pruebas de estadística analítica, para la confirmación de posibles diferencias significativas entre los grupos de muestra. Los resultados revelan que la hipótesis se confirma en términos absolutos, con diferencias significativas del grupo experimental sobre el grupo control, mediando la intervención pedagógica con el uso de actividades didácticas basadas en técnicas de papiroflexia.

Palabras clave: papiroflexia, estrategia didáctica, creatividad, educación, geometría.

¿Y todo empezó por qué?

Con el pasar de los años, la geometría ha sido desplazada por otros contenidos en el ámbito educativo. Es por esto que el Ministerio de Educación Nacional (MEN), en Colombia, dentro de los estándares de calidad, rescata el estudio de la geometría como un aspecto importante del currículo en la formación y aplicación práctica posterior. Sin embargo, esta intención por mejorar la enseñanza de la geometría no se evidencia aún en la realidad.

Desde su quehacer resulta usual que los docentes dediquen todo su año lectivo a enseñar contenidos referentes a la matemática, siguiendo el programa establecido, dejando los temas de la geometría para el final. Al no alcanzarse a cumplir el programa matemático, los contenidos de la geometría quedan relegados a un segundo plano. Lo preocupante de la situación es que en las Pruebas Saber a nivel nacional, cuyo propósito es “contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación colombiana mediante la realización de medidas periódicas del desarrollo de competencias de los estudiantes de educación básica, como indicador de calidad del sistema educativo” (MEN, 2012) se evalúan dichos conocimientos con la expectativa de que en realidad los estudiantes los manejan, no siendo así en una gran proporción de los estudiantes.

Para ilustrar parte de este problema, en el cuadernillo de las Pruebas Saber de matemáticas del año 2009 específicamente las de grado 5° (MEN, 2009), se puede observar que, de 48 preguntas, 21 de ellas incluyen un componente geométrico. Lo anterior implicaría que un 41,67% de la nota evaluatoria de dicha prueba depende de una temática que se deja en la práctica para el final del periodo lectivo o que, usualmente, no se cumple. En la prueba del 2002, esta proporción era aún mayor con un 48%, pues 12 de 25 preguntas tenían componente geométrico (MEN, 2002).

Otra dificultad que no ha permitido que la geometría se imparta con la dedicación que se requiere es que la intensidad horaria para las matemáticas ha sido reducida en la medida que se ha incrementado en otras áreas, o en los énfasis que debe tener la educación media. El área de Matemáticas cuenta actualmente con un máximo de cuatro horas a la semana para los grados 6° a 9° y tres para 10° y 11° en la Institución Educativa Distrital Ismael Perdomo. Esto conlleva mayor dedicación en Aritmética y Álgebra, dejando la Geometría en un segundo plano.

Asimismo, otro factor causal del problema planteado radica en que gran parte de los docentes no han recibido una educación profesional clara en geometría y mucho menos en los aspectos que se deben enseñar en los niveles de educación básica y media. Por lo tanto, el docente suprime la educación espacial a sus estudiantes, inhibiendo la posibilidad de desarrollar su creatividad y sus procesos de sistematización mental. Sumado a esto, el Estado asume que los contenidos trazados se cumplen y que los resultados desalentadores que arrojan las Pruebas Saber son producto de factores desconocidos.

Pocos son los docentes que se han instruido sobre las diversas estrategias didácticas que en la actualidad existen para la enseñanza del componente espacial de la geometría, como son la papiroflexia (origami), el Tangram, los Teselados, la Informática y la Tecnología, entre otras técnicas y herramientas, que harían el proceso de enseñanza y aprendizaje mucho más fácil y atractivo tanto para estudiantes como para los mismos docentes. Resulta así indispensable que se reconozca la importancia del componente geométrico en el área de Matemáticas, con innovaciones didácticas que permitan el desarrollo de las competencias exigidas desde el pensamiento espacial, geométrico y métrico. En consecuencia, el problema de investigación se formuló de la siguiente manera ¿al utilizar el

recurso didáctico de la papiroflexia se habrá de mejorar el rendimiento obtenido por los estudiantes en geometría-métrica en grado 6° de educación básica?

¿Con quiénes?

La investigación hecha en la Institución Educativa Ismael Perdomo se realizó con 35 estudiantes del curso 601 y 35 estudiantes del curso 603, pertenecientes al ciclo 3. El estudio se hizo con este grado porque es importante que vean de manera tangible las características y propiedades de las figuras, antes de llevarlas a un plano más abstracto. Respecto al abordaje contextual del presente artículo, el esquema curricular define el ciclo tercero, que abarca los grados 5°, 6° y 7°, conformado típicamente por niños y niñas de edades entre diez y doce años, en transición de la niñez a la pre adolescencia; un periodo de vida caracterizado por fuertes cambios físicos, emocionales e intelectuales, en el cual los aprendizajes, como menciona la Secretaría de Educación del Distrito (SED),

[...] están orientados por la indagación y experimentación, los procesos que se desarrollan están anclados en las dinámicas de los niños y las niñas que comienzan a dominar las relaciones de proporcionalidad y de conversión, sistematizan operaciones concretas, las cuales se refieren a objetos reales y, además, inician un camino hacia la fantasía y la construcción de mundos posibles (SED, 2012).

En este ciclo, las necesidades y demandas de aprendizaje de los niños y las niñas en el área cognitiva requieren espacios de aprendizaje donde, además de que “se debata y discuta de forma espontánea sobre filosofía, ética, economía y política” (SED, 2012, p. 47), se los lleve a cuestionar situaciones propias de su entorno. El aula de clase debe convertirse en un espacio para la indagación y la experimentación que les permita inferir y construir herramientas para explicar el mundo, con el fin de comprenderlo y transformarlo. En lo socioafectivo, es necesario que los estudiantes cuenten con espacios culturales que aumenten y recreen sus conocimientos, así como para que puedan experimentar actividades nuevas y favorecer el desarrollo de sus iniciativas. En el aspecto físico y recreativo de los estudiantes, el juego cobra importancia al convertirse en una actividad para el desarrollo de su personalidad que establece y

fortalece las relaciones con sus pares, además de mejorar su autoimagen y permitir la construcción de normas.

En este contexto curricular, y ya desde el ciclo 2, el trabajo lúdico en el aula de clase ha recurrido a la manipulación de fichas para formar diferentes figuras, desarrollando la creatividad y concentración de los estudiantes. También se ha trabajado la Matemática unida a la Educación Física desde la lúdica, concretamente, con técnicas como las que Carlos Eduardo Vasco analizaba hace dos décadas, en las cuales el doblado y el recorte de papel eran apoyos a la función heurística de las figuras de la geometría euclidiana, aunque con alcances y limitaciones en la búsqueda de una geometría activa y de las transformaciones (Vasco, 1991), que conllevara el estudio de soluciones a problemas de una geometría tridimensional.

¿Qué se pretendía?

De acuerdo con lo expuesto, la presente investigación apuntó, desde su objetivo general, a identificar el mejoramiento de resultados de las pruebas, tanto internas como externas, a partir de la aplicación de técnicas didácticas basadas en papiroflexia, en los estudiantes de grado 6° de la Institución Educativa Distrital Ismael Perdomo, dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, para el alcance de las competencias exigidas en el área Matemática, particularmente en lo concerniente al pensamiento geométrico-métrico.

Como objetivos específicos, en primer lugar, el proceso de investigación, buscaba reseñar la postura teórica predominante en lo curricular, pedagógico y didáctico frente a la enseñanza de la geometría en el grado 6°. Paso seguido, se determinaron los recursos didácticos aportados por las técnicas de papiroflexia y se seleccionaron las que se iban a incluir en la estrategia pedagógica para la enseñanza de la geometría en grado 6°; luego se hizo la aplicación experimental de los talleres, cuyo objetivo era la aplicación de técnicas didácticas de papiroflexia en el pensamiento geométrico-métrico, y, finalmente, se evaluó la hipótesis de diferencias significativas en grupos homogéneos como resultado de la aplicación de técnicas didácticas de papiroflexia.

La hipótesis que se planteó para esta investigación indica que existen diferencias significativas en la evaluación de conocimientos en geometría-métrica entre grupos homogéneos y como resultado de la aplicación

de técnicas didácticas de papiroflexia. De esta manera, la variable experimental es el grado de mejora en el rendimiento obtenido por los grupos analizados con base en la intervención mediando la aplicación de didácticas de papiroflexia.

¿Y para qué la geometría?

El estudio de la geometría aporta al estudiante habilidades tales como la capacidad de pensar matemáticamente, argumentar respuestas, representar soluciones, utilizar correctamente técnicas e instrumentos matemáticos, entre otras. Al comenzar el presente milenio, en Colombia el MEN concebía una “propuesta de renovación curricular en este proceso, enfatizando la geometría activa como una alternativa para restablecer el estudio de los sistemas geométricos como herramientas de exploración y representación del espacio” (MEN, 1998). La crítica en ese momento, de la comunidad matemática era dirigida “a la actividad sobre la contemplación pasiva de figuras y símbolos, a las operaciones sobre las relaciones y elementos de los sistemas y a la importancia de las transformaciones en la comprensión aún de aquellos conceptos que a primera vista parecen estáticos” (MEN, 1998).

La serie de lineamientos curriculares del MEN (1998), al tratar el tema de “cuerpos, superficies y líneas” expresaba que

[...] al pasar las manos por las caras o superficies de objetos, muebles y paredes se aprecia más que con cualquier definición, la diferencia entre cuerpos y superficies, y entre superficies planas y curvas. La interrupción del movimiento prepara el concepto de superficie como frontera de un cuerpo, y el movimiento de la mano prepara el concepto de plano, el de región y el de área (MEN, 1998).

Lo cual describe con claridad una referencia al trabajo físico de contacto con figuras geométricas que representan el espacio por conocer, medir y analizar, por parte del estudiante.

¿A partir de qué elementos teóricos?

Toshio Sawada en 1999, resumió el problema de la declinante atención al componente geométrico en la enseñanza así:

[...] De acuerdo con los datos internacionales, hay buenas oportunidades en la enseñanza de la aritmética, álgebra y medidas pero no en geometría, probabilidad y estadística. Además, en álgebra, como más oportunidades da un país a los estudiantes mejores son los resultados de los estudiantes, pero en geometría parece no haber relación entre oportunidad de aprender y resultados. Parece que todos los países/sistemas están confundidos sobre los contenidos y el método de la enseñanza de la geometría (Sawada, 1999, citado por Alsina, 2008).

Los niveles crecientes de desarrollo mental en geometría fueron identificados por P.H. Van Hiele y su esposa (UNESCO, 1986) en los resultados de sus estudios publicados en 1959 (Van Hiele, 1959). Suárez Sotomonte y Ramírez Vanegas (Suárez, 2001) reiteran que, a pesar de la preocupación de la mayoría de maestros por cualificarse en enfoques actuales en pedagogía, didáctica, tecnologías y, de manera particular, en sus áreas de especialización, muchos se ven abocados a implementar, en parte de su labor docente, estrategias tradicionales basadas en la heteroestructuración, esto es, la transmisión de conocimientos. Estos autores opinan que las innovaciones pedagógicas no cobran mayor importancia en los docentes, lo cual ha generado un énfasis en investigación teórica, en detrimento de la investigación de la dinámica en el aula, aunque quizá debido a un excesivo número de estudiantes como usual característica.

Siendo así, los niveles crecientes de desarrollo mental en geometría, según los Van Hiele, confirman que el razonamiento geométrico evoluciona en los estudiantes desde niveles muy elementales de reconocimiento e identificación de las figuras geométricas hasta el desarrollo de razonamientos deductivos, y que si un docente insiste en preocuparse porque sus alumnos sólo aprendan a identificar las figuras geométricas con sus nombres, e incluso definiciones, está condenándolos a mantenerse en un nivel muy elemental de pensamiento geométrico (Van Heale, 1959).

De acuerdo con lo expuesto, lo anterior implica una enseñanza de la geometría en la que el docente dista mucho de ser un simple transmisor de contenidos geométricos. Sin descuidar estos, de lo que se trata es de llevar a cabo los diferentes tipos de tareas (como conceptualizar, investigar, demostrar) en las que se trabaje el desarrollo de las habilidades mencionadas (como visualización, de dibujo, comunicación, razonamiento lógico y transferencia), considerando los diferentes niveles de

razonamiento geométrico propuestos por los esposos Van Hiele (reconocimiento, análisis, clasificación y deducción), siempre todo ello bajo el enfoque de resolución de problemas (López, 2008).

Interiorizar un conocimiento es mucho más fácil para el estudiante cuando este puede construir los materiales con los cuales tiene la posibilidad de aprender geometría, es decir, cuando estos se hacen partícipes activos de la creación de herramientas, las cuales brindan la posibilidad de manipular los objetos, de realizar descubrimientos y de validar en muchos casos hipótesis. Y qué manera más clara y estructurada de construir la geometría que la papiroflexia u origami (Crespo, 2014).

Esta técnica japonesa que básicamente consiste en doblar papel, puede lograr que los conocimientos en geometría sean más fáciles de interiorizar y comprobar, debido a que la papiroflexia no sólo enriquece intelectualmente sino también, ayuda a los estudiantes a expresar su parte artística, un mejor léxico, una coherencia entre la habilidad manual, el pensamiento y la visión y en múltiples ocasiones su parte comportamental cambia, debido a que los intereses del estudiante cambian radicalmente, está más dispuesto a recibir instrucciones, respeta la palabra, admira el trabajo de sus compañeros, trabaja grupal y cooperativamente, y la alegría que expresan sus rostros al ver consolidado su trabajo es inmensa ya que siempre al ver lo que van a construir su frase preferida es “yo no puedo” y esta cambia por “lo hice yo solito”, y son capaces de describir paso a paso lo que hicieron de una manera tan coherente y con un lenguaje geométrico tan adecuado que dejan atrás cualquier pensamiento negativo que tengan a cerca del aprendizaje.

¿Cómo se procedió para alcanzar los objetivos planteados?

El diseño metodológico se basa en un estudio de caso de dos grupos escolares pertenecientes a la Institución Educativa Distrital Ismael Perdomo, grado 6º, en la ciudad de Bogotá, D.C. El estudio se realizó bajo un enfoque cuantitativo con un diseño metodológico de comparación de grupos control y experimental, utilizando como instrumento metodológico una prueba de conocimientos con base en test de preguntas cerradas validado por expertos dentro de la misma institución, su aplicación posterior a manera de pretest, la intervención pedagógica con talleres diseñados con base en técnicas de papiroflexia en la enseñanza de las premisas

curriculares de geometría métrica, la aplicación de un postest y evaluación de la hipótesis de existencia de diferencias significativas entre pretest y postest, así como entre los grupos experimental y de control.

El procedimiento de análisis de los datos y/u otra información reunida, se realizó mediante proporciones y gráficos de estadística descriptiva y la prueba de hipótesis mediante pruebas de estadística analítica, para confirmación de posibles diferencias significativas entre los grupos de muestra. El estudio contó con cinco etapas, cada una de ellas arrojando resultados importantes para la investigación, los cuales se presentan a continuación.

¿Cuáles fueron los resultados?

En cada una de las etapas se observaron importantes resultados para la investigación porque aportaron al enriquecimiento de la experiencia. Con el fin de ilustrarlas, enseguida se presenta información relativa a cada una de ellas.

Etapla 0: validación del instrumento diseñado con base en el criterio de cinco expertos docentes pertenecientes a la Institución Educativa Distrital Ismael Perdomo (IEDIP). La elaboración del test se realizó con base en las Pruebas Saber, aplicadas por el MEN en grado 5° específicamente, en relación con las preguntas que apuntan a conceptos geométricos, este estuvo constituido por un total de 15 preguntas.

Etapla 1: aplicación de pretest de conocimientos en geometría a un grupo experimental y un grupo control. Esta etapa mostró grandes dificultades a los estudiantes en cuanto a las preguntas que enfocaban las competencias de manipulación, asociación, construcción, identificación de propiedades, relación y abstracción.

Etapla 2: durante la intervención pedagógica, se realizaron talleres en los cuales se aplicaron técnicas de papiroflexia en la enseñanza de las premisas curriculares de geometría métrica, para que el estudiante alcanzara competencias manifiestas en la manipulación, imaginación, poder de asociación, construcción, identificación de propiedades, relación de figuras geométricas, generalización y capacidad de abstracción lográndose por parte del profesor un alto

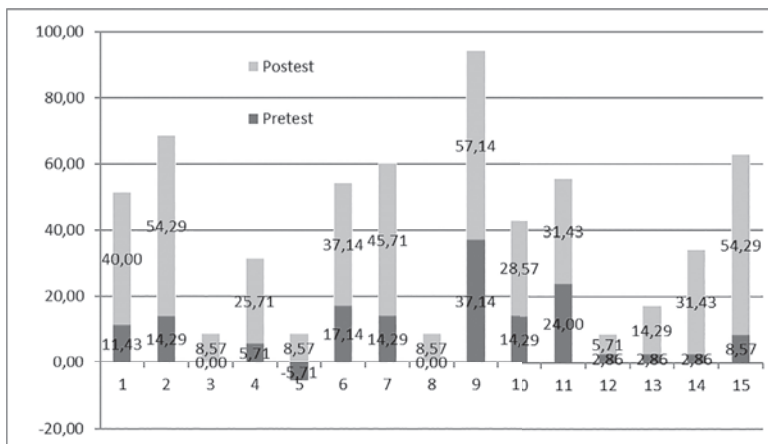
nivel de identidad didáctica para la enseñanza de la geometría en este grado de formación de los estudiantes ya todos los talleres contaban con objetivos prácticos, didácticos y preguntas de control. Se realizó un taller introductorio que mostraba al estudiante los dobles básicos y la correcta utilización del lenguaje geométrico a la hora de emplearlo para dar o seguir instrucciones.

Etapa 3: aplicación de un postest en los dos grupos de muestra con el fin de identificar los conocimientos alcanzados luego de la implementación de la etapa de intervención pedagógica. Al realizar la aplicación del postest el grupo experimental alcanzó una mejora del 30%, 10% atribuidos a que la manipulación del material concreto facilitaba el alcance de competencias en cuanto a la identificación de propiedades (8 de 15 preguntas) y la construcción geométrica (3 de 15).

Etapa 4: evaluación de la existencia de diferencias significativas en los resultados pretest y postest entre los grupos experimental y de control.

En términos absolutos, la prueba pretest mostró una diferencia positiva en la evaluación del grupo experimental frente al grupo control. Sin embargo, en la prueba postest, dicha diferencia superó altamente la primera evaluación del grupo experimental mostrando diferencia significativa frente al grupo control.

Gráfica 1. Grupo experimental/grupo control: diferencia significativa absoluta postest/pretest.



¿A qué conclusiones se llegó?

El manejo tangible, y la construcción de figuras geométricas a partir de la papiroflexia ayudan al reconocimiento de cualidades y propiedades, esto incide en mejores resultados en las Pruebas Saber particularmente en el pensamiento geométrico-métrico. Se acogen el doblado y el recorte de papel como apoyos a la función heurística de las figuras de la geometría euclidiana, dentro de las limitantes encontradas por Vasco, así como soluciones a problemas de una geometría tridimensional. La técnica de papiroflexia contribuye a llenar los vacíos didácticos analizados por Vasco (1991) acerca del doblado y el recorte de papel respecto al aprendizaje en la geometría al no considerar soluciones de problemas a la geometría tridimensional y no euclidiana.

Se comprueba que la papiroflexia ayuda a la enseñanza del pensamiento geométrico-métrico, para que el estudiante alcance competencias manifiestas en la manipulación, imaginación, poder de asociación, construcción, identificación de propiedades, relación de figuras geométricas, generalización y capacidad de abstracción lográndose, por parte del profesor, un alto nivel de identidad didáctica para la enseñanza de la geometría en el grado 6°.

Se aplica el modelo Van Hiele (1959), sus aspectos descriptivo y prescriptivo, específicamente para la enseñanza de la geometría. Descriptivo, en sus niveles de visualización, análisis, deducción informal, deducción formal y rigor. Prescriptivo, en sus niveles de información, orientación dirigida, explicitación, orientación libre e integración.

Se reafirman los niveles crecientes de desarrollo mental en geometría según el modelo Van Hiele (1959), en cuanto a la evolución del razonamiento geométrico en los estudiantes desde la identificación de las figuras geométricas hasta el desarrollo de razonamientos deductivos.

Los resultados obtenidos confirman que el grupo experimental incrementó significativamente sus diferencias de evaluación frente al grupo experimental. También, se agregan al doblado y recorte de papel el ensamble de figuras como soluciones a problemas de una geometría tridimensional no euclidiana. Esto significa que la incidencia de la intervención en el proceso de enseñanza aprendizaje del componente de geometría en el área de Matemáticas ha sido resultado de la inclusión de actividades didácticas basadas en los talleres de papiroflexia previamente diseñados para obtener tal logro.

Referencias

- Alsina, C. (2008). "Geometría y realidad". *Sigma* (33), pp. 165-179.
- Crespo, C.R. (2014). "El profesor de matemáticas y su formación". *Revista Iberoamericana de Educación Matemática* (40), pp. 15-23.
- Hiele, P. M. Van. (1959). *La pensée de l'enfant et la géometrie*. *Bulletin de Z'APMEP* (París, Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public), (198), pp. 199-205.
- López, O. & García, S. (2008). *La enseñanza de la geometría*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). Serie lineamientos curriculares, p. 37.
- Ministerio de Educación Nacional. (2002). ICFES Mejor Saber, Aplicación Matemática Grado 5º, p. 14.
- Ministerio de Educación Nacional. (2009). ICFES Mejor Saber, Aplicación Mayo Matemática 1 Grado 5º, pp. 27-28.
- Ministerio de Educación Nacional. (2009). ICFES Mejor Saber, Aplicación Octubre Matemática 2 Grado 5º, pp. 27-28.
- Ministerio de Educación Nacional. (2012). Pruebas Saber. Recuperado de <https://goo.gl/g5nPe4>
- SED (2012). "La estructura de los ciclos". *Documento pertinencia y pertenencia del currículo para la reorganización de la enseñanza por ciclos*. Equipo de Calidad de San Cristóbal. Bogotá: SED.
- SED (2012). *Reorganización curricular por ciclos. Referentes conceptuales y metodológicos. Transformación de la enseñanza y desarrollo de los aprendizajes comunes y esenciales de los niños, niñas y jóvenes, para la calidad de la educación*. Bogotá: SED.
- Suarez, P. & Ramírez, A. (2011). "Exploración de sólidos a partir de sistemas de representación". *Praxis & Saber. Revista de Investigación y Pedagogía*, 2 (3). Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), pp. 37-38.
- UNESCO (1986). "La geometría en las escuelas". *Estudios en Educación Matemática*. V. 5. Editado por Robert Florris. Uruguay.
- Vasco, C. (1991). "Geometría activa y geometría de las transformaciones". *Revista Integración*. 9 (1), pp. 7-12.