

SOCIOEPISTEMOLOGÍA: MEDICINA Y MATEMÁTICAS. ELEMENTOS PARA EL ESTUDIO DEL PRINCIPIO ESTRELLA

Gloria Angélica Moreno Durazo, Ricardo A. Cantoral Uriza

angelicadzo@hotmail.com, rcantor@cinvestav.mx

CINVESTAV-IPN

Avance de investigación

Pensamiento y lenguaje variacional

Superior

RESUMEN

Presentamos en este escrito, los avances de una investigación sobre los principios que sustentan las actividades propiamente matemáticas. Hemos identificado la intervención del que denominamos principio estrella (p^*), y lo ejemplificamos con el problema de los tres cuerpos restringido. Nuestro objetivo es determinar el papel que juega dicho principio en un ambiente un tanto distinto, el del trabajo médico especializado en la medicina interna.

Palabras clave: p^* , socioepistemología, problema tres cuerpos.

INTRODUCCIÓN

La predicción es de gran relevancia en el ser humano, es una práctica inherente a la actividad humana: al cruzar una avenida, en el clima, incluso se predice cuando realizamos algún deporte. Respecto a esta práctica se han realizado diversos estudios con diferentes enfoques: para (Puente, 1998; Chiou y Anderson, 2010) la predicción es una herramienta para el análisis en aspectos cognitivos, en (Lim, Buendía, Kim, Cordero y Kasmer, 2010) se menciona que su aplicación dentro del salón de clases produce beneficios en el proceso de aprendizaje de los alumnos y, en González (2010), se le considera en tres funciones: objetivo de la ciencia, como prueba para evaluar teorías científicas y como un paso previo a la toma de decisiones en problemas concretos.

Para la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa la práctica social asociada a la predicción es generadora de conocimientos matemáticos. Es esto la base de nuestra investigación, abordamos la problemática de la predicción pero no para fenómenos de tipo deterministas, donde la predicción se da en relación a las condiciones iniciales del sistema y en modelos matemáticos, sino que estamos interesados en las cuestiones ¿cómo se predice en fenómenos de tipo caótico?, ¿cuáles son las variaciones que estabilizan un sistema caótico?

Por otra parte, la hipótesis central de nuestra investigación es que en la base de la creación matemática se encuentran pocos principios que mediante iteraciones producen la estructura compleja que caracteriza esta rama del saber humano. El reto propuesto es identificar y analizar estos principios en diferentes campos, precisar las relaciones que mantienen entre sí y con las otras áreas del conocimiento. Ubicamos uno de estos principios en la solución planteada por Leonhard Euler (1707-1783) al problema de los tres cuerpos, donde se estudian las posiciones de tres cuerpos con atracción mutua.

Isaac Newton (1642-1727) interesado en el estudio de las posiciones de los cuerpos celestes plantea la famosa Ley de la Gravitación Universal, donde explica el movimiento de la Tierra



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

entorno al Sol. El problema de estudiar las posiciones de cuerpos que se atraen mutuamente es generalizado al estudio de n cuerpos interactuando entre sí, empero el sistema se vuelve caótico a partir de $n > 2$. Para dar solución al problema de los tres cuerpos Euler agrega, a la relación establecida por Newton para dos cuerpos, un tercer cuerpo de masa despreciable comparada con las masas de los otros dos cuerpos. Esta solución particular del problema se conoce como problema de los tres cuerpos restringido y es donde identificamos a uno de los principios que son base de la Matemática, al cual hemos llamado principio estrella, p^* .

Podemos observar en el actuar de Euler los procesos de constatación estudiados por Cantoral (1990), donde el nivel uno de constatación hace referencia al supuesto de que algunas variables que intervienen en el sistema no lo afectan significativamente y el nivel dos hace referencia al supuesto que algún nivel de variación no lo afecta de manera significativa.

Particularmente para el problema de los tres cuerpos restringido, identificamos el nivel uno de constatación al seleccionarse como variables: las posiciones iniciales de los cuerpos, su masa, y la atracción gravitacional entre los cuerpos en cuestión, así como la elección de la dimensión (configuración colineal); observamos el segundo nivel de constatación al momento de elegir la masa del tercer cuerpo, tan pequeña como se desee, dado que al hacer esto, los efectos gravitacionales del tercer cuerpo no afectan significativamente a los otros dos, y en ese sentido, los órdenes de variación son acotados para su estudio.

De esta manera, el objetivo de nuestra investigación es el estudio del p^* . Sostenemos que en la medicina interna existen situaciones similares a la del problema de los tres cuerpos que requieren del p^* para poder predecir, estas situaciones son las que llamamos límites, es decir, situaciones en las que el paciente posee una enfermedad totalmente diferente a las que se tiene registro a un momento dado o posee una enfermedad conocida pero se presenta en un sector diferente de la población que no mostraba esos síntomas.

Cuando el médico se encuentra en el proceso de diagnosticar una enfermedad límite debe constantemente estar tomando muestras y realizando análisis de laboratorio correspondientes con ellas; esto es, se cambian incesantemente las condiciones iniciales del problema lo que exige de un ajuste racional sobre dosis y tratamiento en cada momento, ello permite ir ajustando el diagnóstico. Por otra parte, existen situaciones en las que no es posible llegar a un diagnóstico y el médico decide, con base en sus hipótesis sobre el diagnóstico, suministrar un tratamiento al paciente. Consideramos que en estas acciones se pone en acción al p^* , pues el médico debe realizar pequeñas variaciones sobre el sistema (cuerpo del paciente) con la intención de predecir la evolución de la enfermedad y lograr de éste una estabilidad que brinde salud.

Paradigmas de la Medicina

El modelo lineal y reduccionista es el que predomina en el ambiente médico, se basa en la relación causa - efecto, es decir, asocia la enfermedad con la lesión orgánica y trata la enfermedad con el estudio de un órgano específico del cuerpo humano. Esta manera de proceder no es exclusiva de los médicos sino que este gremio retoma las ideas del modelo científico clásico. En este modelo científico sólo basta conocer las leyes que determinan el comportamiento del sistema y las ciertas condiciones para predecir su comportamiento futuro o pasado. Esta manera de hacer ciencia ha colaborado con la construcción de conocimiento, no obstante en la actualidad es vista como un tope en su desarrollo, es decir, se ha visto rebasada por la complejidad inherente de los sistemas a los que ha ayudado a generar (Gershenson, 2013a).



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

La Teoría de la Complejidad es parte esencial en el cambio de paradigma, entendiendo a los sistemas complejos como un conjunto de unidades que interactúan entre sí, de esa interacción surgen nuevas propiedades (emergente) que no están presentes en las unidades. Gershenson (2013b) resalta la importancia de estudiar las interacciones ya que generan información que no está presente en las partes pero es esencial para su funcionamiento y, por ende, del sistema.

Este nuevo paradigma también ha influenciado al ambiente médico. En las últimas décadas se ha desarrollado una nueva visión en la práctica médica, que se sustenta en las Teorías del Caos y la Complejidad, el holismo científico. En este enfoque las enfermedades son cualquier disfunción que provoque sufrimiento o disminuya la longevidad (Martínez, 2012).

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dentro de la Teoría de la Complejidad el cuerpo humano es considerado un sistema complejo. El ritmo cardiaco es un ejemplo de la intervención de la complejidad y el caos en el ambiente médico, mientras más desordenado sean los latidos del corazón más sana esta la persona y, cuando se pierde la variabilidad en el ritmo cardiaco es un indicador de muerte. De manera general, bajo una visión holística se considera que es en el desorden donde se encuentra lo sano y en la uniformidad lo dañino, pues una persona sana presenta una adaptabilidad ante los factores internos o externos que puedan alterar el organismo (Carpio, 2012).

“Los acercamientos lineales o reduccionistas no pueden comprender a los sistemas complejos. Debido a la sensibilidad a las condiciones de partida, en dichos sistemas la magnitud de las respuestas no va de acuerdo a la intensidad de los estímulos. Por otro lado debido al fenómeno de emergencia, en ellos, el todo es diferente a la suma de sus partes. La única manera de entender el funcionamiento de un sistema complejo es con una visión holística, estudiando al sistema en su conjunto y observando la adaptación a su entorno.” (Martínez 2012, p. 56)

En la misma dirección, (Chávez y Chávez, 2006; Arch-Tirado y Rosado-Muñoz, 2009) mencionan la intervención de las Matemáticas en la Medicina. Proponen una nueva visión de la enfermedad con la intención de construir modelos para abordar mejor las enfermedades, donde se asiente la relación entre éstas y aspectos sociales, físicos y biológicos.

“No hace falta comprender todo el movimiento caótico para regularlo; basta con conocer a qué dirección tiende el proceso, y modificando, muchas veces, perturbaciones pequeñas, podemos lograr que esté de nuevo en el camino deseado. Parece necesario reflexionar, en este sentido, sobre la importancia que en nuestra sociedad tiene la aparente capacidad de predecir el desarrollo de ciertas enfermedades en determinadas personas las cuales presentan ciertas características que pudieran representar factores de riesgo, y que de alguna manera podemos modificarlos.” (Chávez y Chávez 2006, p. 81)

Al relacionarse la necesidad de predecir con las pequeñas variaciones que se realizan en un sistema con la intención de regresarlo al camino deseado, dentro del ambiente médico este camino es la salud del paciente, nos hace pensar que el principio estrella interviene de alguna manera en este proceso. Entre las especialidades médicas, los profesionistas de la medicina interna poseen una visión holística de las enfermedades y creemos que el p* opera en su práctica profesional. Es importante aclarar que no negamos la presencia de este principio en otras especialidades pero nuestra investigación está centrada en las prácticas de los médicos internistas.



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

Sostenemos la hipótesis de que en la comunidad de médicos internistas está presente el principio estrella por su visión sistémica, su campo de acción se centra en la atención al paciente en el que coexisten varias enfermedades y, por tanto, presenta una gran diversidad de síntomas. Otro motivo para tener esta hipótesis es que el médico internista se enfrenta a las situaciones en las que sostenemos participa el principio estrella (límitrofes).

Objetivo de investigación

El objetivo de esta investigación es analizar la participación del principio estrella en las prácticas que llevan al internista a proporcionar un diagnóstico. La investigación será conducida con una visión socioepistemológica, pues nos interesa comprender no sólo la naturaleza del conocimiento de estos médicos sino también su aplicación en una situación particular (proceso de diagnosis). Nuestras preguntas de investigación son: ¿cómo interviene la predicción en el diagnóstico en Medicina?, ¿cuáles son las prácticas y argumentaciones que ponen en juego los médicos internistas al diagnosticar?

En otras investigaciones se ha abordado la relación entre la Teoría de la Complejidad y los elementos de la Medicina, enfocándose en la identificación de los objetos matemáticos ligados a esta relación. Por ejemplo las investigaciones procedentes del diplomado, *Medicina y Complejidad*, que desarrollaron la facultad de Medicina, el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, el Centro de Ciencias de la Complejidad (las tres de la UNAM) y la Academia Nacional de Educación Médica con la intención de desentrañar las relaciones entre la Teoría de la Complejidad y el sector salud. Entre los objetivos de este diplomado está la revisión de los problemas más relevantes y significativos de la ciencia médica y, de los paradigmas de la ciencia en general y de la Medicina. Además, con la intención de establecer analogías y evaluar sus aplicaciones en Medicina se plantean el estudio de los conceptos fundamentales de la complejidad y su soporte matemático.

Homólogo al diplomado *Medicina y Complejidad* existe, en Cuba, un *Centro de Medicina y Complejidad* cuyo objetivo principal es la introducción de modernos métodos matemáticos y computacionales de los sistemas complejos, aplicados a la solución de problemas de salud. Sin embargo, a diferencia de este centro y del diplomado, nuestra propuesta tiene otro sentido ya que no deseamos identificar la matemática en la actividad médica sino identificar los elementos que están detrás de la predicción al momento de proporcionar un diagnóstico médico; particularmente la participación del p^* en este proceso.

Nuestra investigación producirá evidencia empírica sobre la hipótesis de que detrás de la actividad matemática se encuentran pocos principios que mediante su iteración producen la estructura compleja de las matemáticas. Particularmente, sobre la hipótesis de que el principio estrella tiene una participación en el proceso de diagnosis en la práctica del médico internista, todo esto resulta importante para el desarrollo de la teoría socioepistemológica. Además, esta investigación espera ser una base de futuros trabajos en relación al p^* o para el análisis de otros principios en la actividad matemática.

Saberes matemáticos en la investigación

Dentro de la Medicina se usa el conocimiento matemático relacionado con diferentes ramas de esta ciencia. Se han construido modelos matemáticos que involucran ecuaciones diferenciales (Rabatte, Blázquez y Contreras, 2006; Quiñones, Barber y Douglas, 2002), también la estadística es utilizada con gran frecuencia en los estudios poblacionales (Rincón, Valero y Eslava-



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

Schmalbach, 2008). Particularmente en el proceso de diagnóstico, la probabilidad juega un papel importante pues el médico debe tomar decisiones sobre la base de la incertidumbre (Ortín, Sánchez, Menárguez y Hidalgo, s/f; Pruebas diagnósticas, s/f).

Sin embargo, para esta investigación no serán los objetos matemáticos ligados con las ecuaciones diferenciales, la probabilidad y la estadística los que proporcionen las estrategias de predicción en las situaciones limítrofes. Más bien, debido a la naturaleza de los fenómenos que estamos interesados en analizar creemos que la diferencia $\varphi(x + dx) - \varphi(x)$ será la que permita realizar predicciones tanto para el caso determinista como para el no determinista, ya sea este probabilístico o caótico. Esto es, para el diagnóstico de las enfermedades consideramos que intervienen el estudio de cambios de estado.

METODOLOGÍA Y ELEMENTOS TEÓRICOS

El principio estrella está estrechamente relacionado con la necesidad de predecir algún fenómeno mediante pequeñas variaciones de estado. Dentro de la socioepistemología se reconoce la intervención de una práctica social en la actividad de predicción, respetando estas ideas y, proporcionando más evidencia empírica, es que se desea conducir esta investigación. Detrás de este intento está la búsqueda del papel transversal de las matemáticas en áreas diversas.

Un aspecto muy importante dentro de nuestra investigación es la descentración de los objetos matemáticos y, esto, es reconocido por la teoría socioepistemológica ya que fija la atención en las prácticas que producen el conocimiento matemático. Es decir, no analiza sólo a los objetos matemáticos o cuál es la mejor manera de enseñarlos; en cambio se pregunta cuáles son esas nociones que deben estar presentes en el proceso de enseñanza. Esto es la descentración del objeto matemático.

Enmarcamos esta investigación en los trabajos de corte cualitativo - interpretativo, pues en este tipo de trabajos “se estima la importancia de la realidad, tal y como es vivida por el hombre, sus ideas, sentimientos y motivaciones; intenta identificar, analizar, interpretar y comprender la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones.” (Rivas 2006, p. 757)

Consideramos que la primera etapa de la investigación es la caracterización del p^* , esto analizando en detalle las obras publicadas por Euler sobre su trabajo en mecánica celeste, particularmente, las obras sobre el problema de los tres cuerpos. Una vez caracterizado el principio podremos identificarlo en el actuar del médico internista, por lo que para llevar a cabo la investigación es necesario la convivencia cercana con los profesionistas de la medicina interna, observar sus acciones, argumentaciones y herramientas a las que recurre en el procesos de proporcionar el diagnóstico a sus pacientes; centrando especial interés en los pacientes cuyos síntomas sean no comunes (situaciones limítrofes). Entonces, estamos pensando en los internistas que se desempeñan profesionalmente en hospitales de nivel dos o tres, es decir, hospitales con especialistas que atienden las enfermedades que un médico familiar no consigue tratar.

Para el análisis de datos retomamos la investigación de Covián (2005) quien utilizó la triangulación de datos como parte de su método de estudio. En ella se recurre a tres aspectos para realizar su análisis: lo que dicen que hacen, lo que narran que hacen y lo que observamos que hacen. Esto lo utiliza Yojcom (2013) agregando un cuarto aspecto, lo que han dicho otros que hacen, pues considera que “la presencia de investigadores y los resultados de las investigaciones



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

modifican de cierta manera el comportamiento de las comunidades, así como la modificación de algunas prácticas.” (Yojcom 2013, p. 39)

Para nuestra investigación, estos elementos son:

1. Lo que dicen que hacen. Contempla las declaraciones que realiza, ya sea en conversaciones o entrevistas, el médico internista relacionado con su práctica profesional, especialmente sobre el proceso de diagnóstico.
2. Lo que observamos que hacen. Se refiere a las actividades realizadas por el internista.
3. Lo que escriben que hacen. Se refiere a los documentos producidos por los médicos internistas, ya sea que éstos se publiquen en revistas, memorias de congresos o sean parte de su acervo personal de diagnósticos.
4. Lo que dicen otros que hacen. Se refiere a los trabajos publicados por otros autores o instituciones nacionales o internacionales sobre la actividad de los profesionistas de la medicina interna.

JUSTIFICACIÓN

La ciencia se ha regido bajo un enfoque determinista, el cual supone que todos los fenómenos de la naturaleza son predecibles (Dahan, 2008). Sin embargo, se ha mostrado que no todos los fenómenos se pueden predecir aun siendo deterministas, lo cual permite el surgimiento de la Teoría del Caos y la Complejidad. Del estudio de fenómenos deterministas está impregnada la educación pero la mayoría de los fenómenos en la naturaleza son de carácter no determinista, de esta manera limitamos a los estudiantes a abordar los problemas existentes en su contexto cotidiano.

Relacionado con lo anterior, nuestra sociedad avanza con pasos agigantados siendo cada vez más notorio el uso de herramientas matemáticas en diversas áreas del conocimiento; ¿cómo ser parte de una sociedad que demanda jóvenes que usen su conocimiento en situaciones del cotidiano, cuando éstas tienen características contrarias a las que estudiaron en la escuela?, ¿cómo crear una sociedad del conocimiento si se parcela la educación al estudio de fenómenos particulares?

Lo anterior muestra la importancia de realizar investigaciones sobre los principios que se encuentran detrás de la actividad matemática, identificándolos, analizando las relaciones entre sí y con otras áreas del conocimiento. El propósito de nuestra investigación es el análisis de la participación del p^* en situaciones que no son predecibles, específicamente, su participación en el proceso de diagnóstico que lleva a cabo el médico internista frente a una situación limítrofe.

Además, el aula extendida en la teoría socioepistemológica se entiende como un reconocimiento de la realidad en la que vive el estudiante y a partir de ella diseñar situaciones para construir el conocimiento. Considerando lo anterior, es necesaria la investigación de la predicción, práctica cotidiana del ser humano, en fenómenos de la naturaleza, ya que, la mayoría de estos fenómenos tienen una naturaleza no lineal.

La preocupación por la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas es un común denominador para la comunidad de Matemática Educativa, es por ello, que cada investigación desarrollada por esta comunidad permite la comprensión de los procesos llevados a cabo en el aprendizaje de las Matemáticas; con la visión de lograr una intervención para la mejora de la educación. Olmedo y Ariza (2012) ponen en evidencia la necesidad de una mejor comprensión matemática por parte de los profesionistas en Medicina. Desde nuestra postura, esta investigación aportará datos sobre el



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

principio estrella que sostenemos permite la construcción de conocimiento en el área de Medicina Interna.

Los aportes de esta investigación están dirigidos a la contribución teórica en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa sobre el estudio de la predicción en otro contexto, en este contexto convergen las nociones de predicción y principio estrella con la Medicina Interna en el proceso de diagnosis en situaciones limítrofes. Es importante para cualquier teoría la evidencia empírica que sustente sus fundamentos, en ese sentido, esta investigación espera ser una base de futuros estudios ya sean sobre la participación del principio estrella en otras ramas del saber o incluso su participación en el aula. Además, que sirva como motivación para el análisis de otros principios en la actividad matemática.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arch-Tirado, E. y Rosado-Muñoz, J. (2009). Medicina moderna y ciencias de la complejidad. *Revista Cirugía y Cirujanos* 77 (4), 255-256.
- Cantoral, R. (1990). *Categorías Relativas a la apropiación de una base de significaciones para conceptos y procesos matemáticos de la Teoría Elemental de las Funciones Analíticas. Simbiosis y predación entre las nociones de “el Prædicere” y “lo Analítico”*. Tesis Doctoral no publicada. México: Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV.
- Carpio, G. (2012). La medicina trans-compleja, un paradigma nuevo pero en constante evolución. *Revista Médico Científica “Luz y Vida”* 3 (1), 3.
- Chávez, O. M. y Chávez, R. J. (2006). La Enfermedad: “Una Visión desde la Teoría del Caos y de los Fractales”. *Revista de Medicina Crítica* 3 (3), 78-84.
- Chiou, G. y Anderson, O. R. (2010). A study of undergraduate physics students' understanding of heat conduction based on mental model theory and an ontology–process analysis. *Science Education* 94 (5), 825-854.
- Covián, O. (2005). *El papel del conocimiento matemático en la construcción de la vivienda tradicional: El caso de la Cultura Maya*. Tesis no publicada de Maestría. México: Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV.
- Dahan, A. (2008). El mundo de Laplace: matemáticas, física y determinismo. *Actas del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia. Ciencia y cultura de Rousseau a Darwin (15-16)*. Recuperado en: http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/Usrn/fundoro/web_fcohc/005_publicaciones/seminario/Ciencia_Cultura.html
- Gershenson, C. (2013 a). ¿Cómo hablar de complejidad?. *Llengua, Societat i Comunicació* 11, 14–19.
- Gershenson, C. (2013b). Facing complexity: Prediction vs. adaptation. En Massip-Bonet, Àngels; Bastardas-Boada, Albert (Eds.). *Complexity Perspectives on Language, Communication and Society* (p. 3-14). Doi 10.1007/978-3-642-32817-6_2.
- González, W. (2010). *La predicción científica. Concepciones filosófico-metodológicas desde H. Reichenbach a N. Rescher*. Barcelona, España: Editorial Montesinos.



1. Aproximaciones Teóricas en Matemática Educativa

- Lim, K. H., Buendía, G., Kim, O. K., Cordero, F., y Kasmer, L. (2010). The role of prediction in the teaching and learning of mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(5), 595-608.
- Martínez, M. (2012). Caos, complejidad y cardiología. *Archivos de Cardiología de México* 82 (1), 54-58.
- Olmedo, V. H. y Ariza, R. (2012). Matemáticas en medicina: una necesidad de capacitación. *Revista Medicina Interna de México* 28 (3), 278-281.
- Ortín, E., Sánchez, J.A., Menárguez, J. F. y Hidalgo, I. M. (s/f). *Lectura crítica de un artículo sobre diagnóstico*. Obtenido en: http://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/136615-capitulo_9.pdf
- Puente, A. (1998). *Cognición y aprendizaje. Fundamentos psicológicos*. Madrid, España: Ediciones Pirámide.
- Pruebas diagnósticas*. (s/f). Obtenido de: <http://dxsp.sergas.es/ApliEdatos/Epidat/Ayuda/6-Ayuda%20pruebas%20diagn%C3%B3sticas.pdf>
- Quiñones, H., Barber, A. y Douglas, R. (2002). Modelos Matemáticos de la Fisiología Respiratoria. *Revista Cubana de Informática Médica* 2 (1). Obtenido de: http://www.rcim.sld.cu/revista_2/articulos_html/fisiolo.htm
- Rabatte, I., Blázquez, M. S. y Contreras, D. (2006). Ecuaciones diferenciales aplicadas al área de Ciencias de la Salud. *Revista Médica de la Universidad Veracruzana* 6 (2). Obtenido de: http://www.uv.mx/rm/num_antteriores/revmedica_vol6_num2/articulos/ecuaciones.htm
- Rincón, D. A., Valero, J. F. y Eslava-Schmalbach, J. (2008). Construcción y validación de un modelo predictivo de hipotermia Intraoperatoria. *Revista Española de Anestesiología y Reanimación* 55 (7), 401-406.
- Rivas, M. (2006). Reseña de "La investigación cualitativa etnográfica en educación. Manual teórico-práctico" de Miguel Martínez M. *Revista Educere* 10 (35), 757-758.
- Yojcom, D. (2013). *La epistemología de la Matemática maya: una construcción de conocimientos y saberes a través de prácticas*. Tesis no publicada de Doctorado. México: Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV.

