

EL ENTRAMADO COGNITIVO: UNA PROPUESTA EPISTEMOLÓGICA PARA EL ESTUDIO DE LA ESTRUCTURACIÓN MATEMÁTICA DEL MUNDO

Luis Mauricio Rodríguez-Salazar & Carmen Patricia Rosas-Colín

luismauriciors@gmail.com cprosasc2012ny@gmail.com

CIECAS-IPN, México.

CINVESTAV-IPN, México.

Modalidad. Comunicación libre

Nivel. Medio (11 a 17 años)

Tema. VII.2 Papel de la Teoría en la Investigación en Educación Matemática

Palabras Clave: Epistemología, imaginación, patrones, estructuras

Resumen

Recientemente los estudios sobre el razonamiento matemático han sido categorizados en cuatro rubros de acuerdo con la forma en que conceptúan las matemáticas. En este trabajo destacamos la perspectiva que aborda las matemáticas como estudio de patrones. El primer planteamiento epistemológico del que partimos, surge de la toma de postura ante la disyuntiva de si los patrones están dados en la naturaleza, y consecuentemente inmersos en los objetos, o bien si los patrones los inventa o establece el sujeto. La Epistemología de la Imaginación aborda la segunda postura, proponiendo la siguiente triada cognitiva: razonamiento práctico, pensamiento racional y pensamiento simbólico-imaginativo. El establecimiento de patrones va implícito en la elaboración de explicaciones causales plausibles, así como en la creación de nuevas posibilidades factibles. En este proceso, el pensamiento simbólico-imaginativo resulta de gran relevancia para la matematización del mundo. Este marco epistemológico es relevante, ya que el pensamiento matemático considerado como un pensamiento basado en patrones, se reconoce como tema de estudio indispensable para mejorar el aprendizaje de las matemáticas; en el entendido que, se trata de un tipo de pensamiento que permea el quehacer científico en todas las áreas del conocimiento y no sólo en la ciencia Matemática.

Introducción

El presente artículo tiene el propósito de plantear un marco epistemológico que dé cuenta de cómo es que el sujeto cognoscente estructura patrones, considerado el pensamiento matemático como pensamiento basado en patrones, como tema de estudio indispensable para mejorar el aprendizaje de las matemáticas. En este planteamiento, se parte del entendido de que se trata de un tipo de pensamiento que permea el quehacer científico en todas las áreas del conocimiento, y no sólo en la ciencia Matemática. El marco teórico que planteamos en este trabajo es la Epistemología de la Imaginación, la cual propone una triada cognitiva cuya coordinación, específicamente en el ámbito del trabajo experimental, en la cual va implícito el proceso cognitivo de estructuración de

patrones con fines científicos, el pensamiento simbólico-imaginativo resulta de gran relevancia para la matematización del mundo.

Así, la Epistemología de la Imaginación es la base del constructo que proponemos como Entramado Cognitivo para la Estructuración Matemática (ECEM). No se trata de abordar de manera directa los conceptos matemáticos formales que se enseñan en los planes de estudio, sino que nos enfocaremos en el proceso cognitivo que presumiblemente permite arribar a ellos. Destacamos entonces que en el presente artículo presentamos el marco epistemológico que sustenta nuestra propuesta.

Origen de la Epistemología de la Imaginación y del ECEM como propuestas post-piagetianas

La Epistemología de la Imaginación se ha planteado como propuesta post-piagetiana, con el fin de diferenciarla del piagetianismo y del neopiagetianismo, ambas perspectivas desarrolladas primordialmente en el campo de la psicología y la educación, para orientar tanto la investigación como el quehacer educativos. La Epistemología de la Imaginación como propuesta post-piagetiana, promueve el legado de Piaget desde una visión integral y se suma a la idea de desarrollar una epistemología científica interdisciplinaria distinta a la epistemología entendida como rama de la filosofía. En ese sentido, se trata de una propuesta epistemológica, no psicológica ni educativa, en la que sus varios matices, por el momento, los hemos dividido en tres grandes vertientes: La epistemología de la imaginación en el cambio teórico en ciencia, la experimentación matemática como epistemología de la imaginación, y la epistemología de la imaginación en la formación temprana de investigadores.

La Epistemología de la Imaginación como primera vertiente, toma como base la propuesta epistemológica de Jean Piaget para abordar el problema de la creación científica en el marco del trabajo experimental. El análisis teórico en el que se fundamenta, es resultado de la síntesis de las dos grandes propuestas teóricas de Piaget: su Teoría Psicogenética del Conocimiento en General (Psicogénesis) y su Teoría Sociogenética del Conocimiento Científico en particular (Epistemología Genética). Para ubicar exactamente en qué de su obra se fundamenta la Epistemología de la Imaginación, que a su vez determina en qué se fundamenta el constructo ECEM que

proponemos en el presente artículo, a continuación se presenta un breve panorama de la obra piagetiana que nos sirve de base.

Con el fin de desarrollar la Epistemología de la Imaginación como propuesta teórica en el ámbito epistemológico, se propuso una clasificación enfocada exclusivamente en su obra monográfica (libros), planteándose 6 grandes categorías que plasman las aportaciones epistemológicas de Piaget de manera integral (Rodríguez-Salazar & Rosas-Colín, 2011). Estas categorías son: 1) Fundamento biológico del conocimiento; 2) Reflexión filosófica y de política educativa; 3) Trabajos intermedios entre Psicogénesis y Epistemología Genética; 4) Investigaciones psicogenéticas; 5) Epistemología Genética; y 6) Trabajos sobre lógica, psicología y matemáticas. Del panorama anterior y destacando el carácter epistemológico y no psicológico ni educativo de la propuesta teórica de Jean Piaget, la epistemología piagetiana se puede considerar como una epistemología de la acción enfocada al desarrollo histórico de la ciencia. En cambio, la Epistemología de la Imaginación es una propuesta post-piagetiana enfocada al cambio teórico en ciencia, la cual toma la historia de la ciencia como laboratorio para la experimentación epistemológica.

Con qué se estructura un fenómeno en ciencia: una interpretación de la triada cognitiva del sujeto cognoscente-epistémico desde la Epistemología de la Imaginación

En ciencia, estructurar un fenómeno implica la elaboración de explicaciones causales plausibles, así como la creación de nuevas posibilidades factibles; en ello, afirmamos, el establecimiento de patrones es algo implícito y es propósito de este artículo hacerlo explícito. Entonces, a continuación nos centramos exclusivamente en las tesis de la Epistemología de la Imaginación en la vertiente del cambio teórico en ciencia, que nos dan pautas para plantear con qué se estructuran los fenómenos en ciencia, de la cual derivaremos las pautas de la estructuración de patrones en la formación temprana de investigadores.

La Epistemología de la Imaginación en su primera vertiente parte del supuesto de que el adulto científico cuenta con tres estructuras cognitivas, que en adelante llamaremos “triada cognitiva”, cuya coordinación hace posible la estructuración de un nuevo fenómeno en ciencia. Para caracterizar esta triada y su coordinación, es necesario hacer la diferenciación entre la triada cognitiva de la Epistemología de la Imaginación y la

diada cognitiva de la propuesta piagetiana. Piaget propone el desarrollo de dos estructuras que en la adolescencia se subsumen: la inteligencia práctica (o inteligencia sensorio-motriz) y el pensamiento que divide en preoperatorio, de operaciones concretas y de operaciones formales. Éste último es el llamado pensamiento lógico-matemático.

Dado que Piaget estaba interesado en el pensamiento lógico-matemático, la inteligencia sensorio-motriz y el pensamiento simbólico (preoperatorio), sólo tienen cabida en su teoría para explicar el origen y desarrollo del pensamiento formal. Aquí cabe subrayar nuevamente que Piaget sólo propone dos estructuras cognitivas y un puente transitorio entre ellas: el pensamiento simbólico, el cual, en la propuesta piagetiana no adquiere el estatus de estructura. De tal suerte, Piaget ubica el pensamiento simbólico en la etapa pre-operatoria, es decir, como un estadio de lenguaje pre-verbal para el arribo al pensamiento operatorio, específicamente en su sentido concreto.

Para la Epistemología de la Imaginación en cambio, el pensamiento simbólico no es un estadio transitorio que permite el paso de la inteligencia práctica al pensamiento formal,

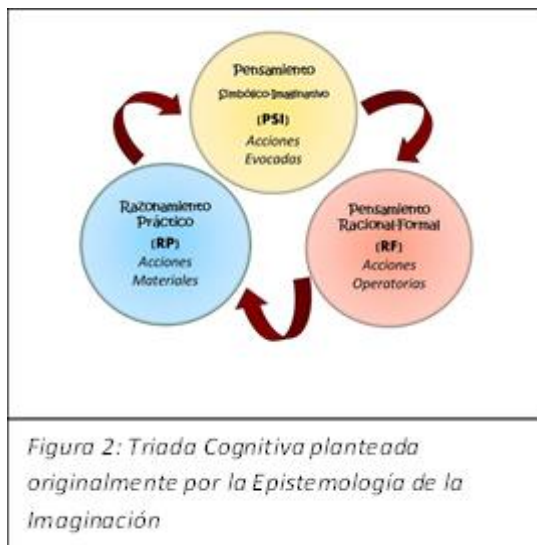


sino que, se trata de una estructura cognitiva. Así, la diferencia respecto a Piaget, es que para la Epistemología de la Imaginación, en la adolescencia, se cuenta con el desarrollo de tres estructuras que co-existen y se coordinan, no de dos estructuras subsumidas. Alegóricamente hablando, la conceptualización de subsunción de las estructuras cognitivas se pueden ser

ostentados tomando la forma de *matrushka*¹, como se muestra en la figura 1. Cuando se habla de estructuras psicológicas o **estructuras cognitivas** (que suelen considerarse conceptos afines), se hace referencia a los elementos que conforman el pensamiento, o bien a una forma de organización intelectual (Academia Gauss, s.f.; Psico-Activa, 2013). También se emplea el término para denotar una distribución y ordenamiento de los elementos que componen y permiten el funcionamiento del pensamiento o mente humana (Cazau, 2012; Gross, 1998). De manera tal que las tres estructuras cognitivas

¹ Juego de muñecas tradicionales de artesanía rusa talladas en madera. También referidas como matruscas, matrioskas o nesting dolls, que significa: "muñecas que acogen". Su originalidad consiste en que en su interior albergan una nueva muñeca, y ésta a su vez a otra (Algarabía, 2012).

que propone la Epistemología de la Imaginación, las cuales referimos como “triada cognitiva”, implican tres formas de organización del pensamiento que se coordinan con el fin de estructurar fenómenos de estudio en ciencia. Dicho de otra manera, no se trata de la subsunción de varios tipos de pensamiento, sino de un solo pensamiento que se organiza de tres formas diferentes que actúa de manera coordinada, como se muestra en la figura 2.



La interpretación de la triada cognitiva que se hace en el presente trabajo, llevó a considerar la intersección de estructuras y consecuentemente acciones producto de dichas intersecciones, cosa que no había sido contemplado por la Epistemología de la Imaginación en su primera vertiente. Las intersecciones entre estructuras así como el punto general de intersección, es donde ubicamos el grupo de acciones reversibles,

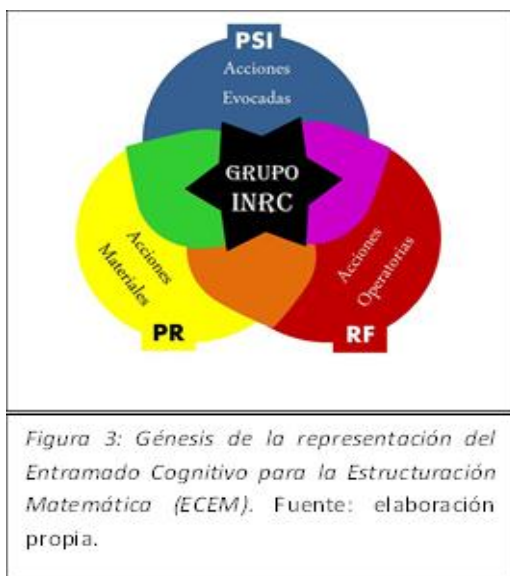
el llamado Grupo INRC, el cual, según nuestra propuesta de Epistemología de la Imaginación para la formación temprana de investigadores, que como se mencionó anteriormente es nuestra tercera vertiente, propicia un dinamismo entre los diferentes tipos de acciones. Es así que, con el fin de responder a los cuestionamientos de con qué y cómo se estructuran patrones en ciencia, la triada cognitiva dio paso a la noción de entramado, cuyo esbozo se presenta esquemáticamente en la Figura 3.

De esta manera, la idea de explicitar los diferentes tipos de acciones de cada estructura y tratando de caracterizar su co-existencia mediante intersecciones, la triada cognitiva es el núcleo duro de lo que proponemos como el Entramado Cognitivo para la Estructuración Matemática (ECEM).

Entramado Cognitivo para la Estructuración Matemática (ECEM) en la formación temprana de investigadores: el desarrollo cognitivo del sujeto cognoscente pre-epistémico

Entendemos como estructuración de patrones la toma de conciencia del sujeto cognoscente sobre las regularidades de sus acciones cognitivas sobre los objetos, a partir de lo cual atribuye invariantes al mismo (propiedades del objeto), como efecto de las acciones que ejerció sobre éste, con el propósito de explicar el comportamiento de un fenómeno de estudio. Luego entonces, este proceso co-evolutivo queda implícito

tanto en la elaboración de explicaciones causales, como en la elaboración de nuevas posibilidades factibles respecto al fenómeno de estudio. Para estudiar este proceso de estructuración de patrones, enfocamos nuestro estudio a la forma de organización del pensamiento del sujeto cognoscente pre-epistémico a partir de la coordinación de sus acciones cognitivas ante un objeto de conocimiento. A nuestro parecer, la coordinación de acciones puede ser concebida como un entramado que se va formando para la objetivación del objeto de conocimiento, en lo cual está involucrada la idea de matematización de los fenómenos de estudio.



Comúnmente, se entiende por entramado al entrecruzamiento de hilos o tiras de material flexible que forman un armazón o estructura base. También se puede entender, como un conjunto de cosas relacionadas entre sí formando un todo. O bien, como un conjunto de ideas, sentimientos, opiniones, etc., que se entrecruzan para formar una totalidad (Larousse, 2007; Real Academia Española, 2009; Diccionario Abierto, 2012). Todas estas definiciones, implican la noción de un

conjunto de piezas unidas que dan soporte a una totalidad.



Tanto en la Figura 3 como en la Figura 4, se muestra de forma esquemática esta idea de intersecciones de la triada cognitiva, la cual es la base del ECEM. Las intersecciones de la triada cognitiva se muestran bajo las siguientes especificaciones: Refiriéndonos al razonamiento práctico (RP), hablamos de acciones facticias (sensorio-

motrices). El RP en intersección con el pensamiento simbólico-imaginativo (PSI), genera acciones evocadas (sensorio-motrices interiorizadas). El RP en intersección con el pensamiento racional-formal (RF), genera operaciones mentales concretas (acciones sensorio-motrices interiorizadas reversibles).

El PSI genera acciones fabulativas. En la intersección del PSI con el RF hablamos de acciones pre-operatorias (formalizables-matematizables); mientras que el RF está constituido por las operaciones mentales formales (lógica-matemática-formal). El INRC (conjunto de operaciones de identidad-negación-reciprocidad-correspondencia) es el punto de intersección de intersecciones, es el agente dínamo que detona la coordinación de las tres formas de organización del pensamiento: PSI, RP y RF para la estructuración de patrones contenidos en las explicaciones causales y en el planteamiento de nuevas posibilidades factibles, como se acaba de mostrar en la Figura 4. La respuesta entonces al cuestionamiento de con qué se estructuran patrones es; con el entramado cognitivo, y la respuesta al cómo es; con el dinamismo del Grupo INRC.

Referencias:

- Academia Gauss (s.f.). *Diccionario de Términos de Psicología On-line*. Centro de Estudios de Psicología. Recuperado el 26 de abril de 2013 de <http://www.academiagauss.com/diccionarios/diccionario.htm>
- Algarabía (2012). *Algarabía. Léeme y Sabrás*. Recuperado el 7 de mayo de 2013 de <http://algarabia.com/tag/matrushka/>
- Benenson, G. & Neujahr, J. L. (2002). *Mechanisms & Other Systems. Stuff that Works*. NY: Heinemann.
- Camacho, A., Benenson, G. & Rosas-Colín, C. P. (2012). "Sci-a-grams: Teaching and Learning Illustration in the Science Classroom". *Journal Science & Children*, 50 (3), 68-73.
- Cazau, P. (2012). *Diccionario de Psicología Genética. Biblioteca de Psicología y ciencias afines*. Redpsicología Online Recuperado el 18 de marzo de <http://www.chasqueweb.ufrgs.br/~slomp/epistemologia-genetica/glossario/Acci%F3n.htm>
- Diccionario Español Abierto (2012). *Significado de...* [Versión digital]. Recuperado el 7 de noviembre de 2012 de <http://www.significadode.org/entramado.htm>

- Gross, R. D. (1998). *Psicología. La ciencia de la mente y la conducta*. 2ª ed. México: Manual Moderno.
- Larousse (2007). *Diccionario Manual de la Lengua Española Vox*. [Versión digital], Larousse Editorial. Recuperado el 7 de noviembre de 2012 de <http://es.thefreedictionary.com/entramado>
- Mason, J., Burton, L. & Stacey, K. (1985). *Thinking Mathematically*. England: Pearson Education Limited.
- Mulligan, J. & Mitchelmore, M. (2009). Awareness of Pattern and Structure in Early Mathematical Development. *Mathematics Education Research Journal*, 21 (2), 33-49.
- Piaget, J. (1974/1985). *La Toma de Conciencia*. (3ª ed.). Madrid, España: Morata.
- Piaget, J. (1979). *Las Explicaciones Causales*. Buenos Aires, Argentina: Barral Editores.
- Psico-Activa (2013). *Diccionario de Psicología On-line*. Recuperado el 26 de abril de 2013 de http://www.psicoactiva.com/diccio/diccio_d.htm#letra_e
- Real Academia Española (2009). *Diccionario de la Lengua Española* (2ª ed). [versión online] http://buscon.rae.es/drae/?type=3&val=a&val_aux=&origen=REDRAE
- Rodríguez-Salazar, L.M. & Rosas-Colín, C. P. (2011b). Bases Teórico-Methodológicas de una Epistemología de la Imaginación: ¿Por qué Piaget? En L. M. Rodríguez-Salazar, R. Quintero-Zazueta, & A. R. Hernández Ulloa (Coords.). *Razonamiento Matemático. Epistemología de la Imaginación. (Re)pensando el papel de la Epistemología en la Matemática Educativa* (pp.33-91). Barcelona, España / México, D.F.: Gedisa Editorial / Cinvestav.