



DIDÁCTICA PARA POTENCIAR EL PENSAMIENTO MATEMÁTICO MEDIANTE EL USO DE DISPOSITIVOS LEGO

Didactics to enhance the mathematical
thinking through the use of lego devices



Resumen

El presente artículo presenta de forma resumida una didáctica de escuela secundaria para mediar los procesos de aprendizaje en las matemáticas a través de dispositivos robóticos como los LEGO.

Plabras clave

aprendizaje, lógica formal, lógica natural.

Abstract

This paper presents a high school summarized didactic to mediate the learning processes in mathematics through robotic devices like LEGO.

Plabras key

learning, formal logic, natural logic.

I. INTRODUCCIÓN

Las diferentes pruebas censales del orden nacional e internacional, indican grandes dificultades en los procesos de aprendizaje de los chicos y chicas colombianos con especial atención en el sector público y en zonas marginales o subnormales, asociados a diversos factores relacionados con contextos sociales, culturales económicos e igualmente con políticas de Estado que no han podido responder con eficacia a estas problemáticas.

Con la Ley 115 de 1991 reglamentada con decretos y decretos ley, donde se define el marco legal con el cual se sustenta toda la propuesta metodológica, los niveles, metas y alcances de los saberes que deben desarrollar los estudiantes colombianos, al igual que las competencias y ejes de pensamiento que se agrupan en lo que se denomina los Lineamientos Básicos en cada una de las áreas de formación; y específicamente en el área de matemáticas, donde se hace referencia a tres tipos de aspectos que deben tenerse en cuenta al momento de desarrollar un plan de estudios, el primer aspecto son los procesos generales que enmarcan básicamente las operaciones mentales a desarrollar por parte de los estudiantes, el segundo son los conocimientos básicos que desarrollan procesos específicos del pensamiento matemático y los sistemas propios de las matemáticas y como tercer aspecto el contexto en que se relacionan con el ambiente y la forma como se crea y recrea cultura;

Figura 1. Propuesta curricular del MEN para el área de matemáticas. Adaptado de los Lineamientos curriculares para el área de matemáticas.



En relación a los conocimientos básicos en matemáticas, la propuesta curricular del MEN los categoriza inicialmente en cinco estadios.

- ✓ Pensamiento Numérico
- ✓ Pensamiento Espacial
- ✓ Pensamiento Métrico
- ✓ Pensamiento Aleatorio
- ✓ Pensamiento Variacional

Dichos estadios agrupan una serie de competencias del SER, del SABER y del SABER HACER en contexto y demandan, a su vez, la integración de otros tipos de habilidades. Sin embargo, no ha sido posible en el grueso de estudiantes nacionales alcanzar unos mínimos de calidad, retención y cobertura.

II. ALTERNATIVAS PARA EL PROBLEMA DE LA FORMACIÓN MATEMÁTICA EN LA ESCUELA

Existen muchas causas que pueden explicar los bajos niveles de desempeño de los chicos colombianos tal como lo ilustra [21] que consultando a varios expertos en educación, pone sobre la mesa diversos puntos, entre estos están por ejemplo

una equivocada práctica docente basada en modelos pedagógicos inapropiados, dificultades cognitivas de los estudiantes y el problema de contenidos desarticulados e independientes sin el concurso transversal de otros saberes, sumándose a ello que los chicos y chicas presentan bajos niveles de lectura y desde luego, comprensión de lectura, que los aboca hacia el fracaso escolar.

Una alternativa que viene en ascenso y desarrollo es el fortalecimiento de los nuevos modelos pedagógicos como [25], estrategias didácticas como [26], estrategias metodológicas como la que se expone en [27] pero enmarcadas tal como lo expone [28] y [29] en las tecnologías de la información y la comunicación; experiencias tales como [30], [31] y [32], sugieren que el uso de estos recursos capta el interés de los estudiantes, contextualizan su propio lenguaje y facilitan el aprendizaje al tener en cuenta los ritmos propios de cada individuo.

Estos cambios en los paradigmas sobre educación han llevado a replantear igualmente los métodos de enseñanza y en el escenario mundial destacan dos propuestas generales que han hecho carrera en las comunidades educativas en casi todos los niveles de formación, estos dos métodos son el e-learning y el b-learning.

En este sentido, un grupo investigador de la Universidad Católica de Pereira, pretende explorar el cambio de los recursos hipermediales y la robótica aprovechando como ejemplo y referencia los avances hechos en [44] y [45] al currículo de la escuela colombiana a fin de poder lograr la transformación del pensamiento. La propuesta de investigación está sustentada en tres elementos importantes mutuamente relacionados como son: un componente tecnológico, un componente disciplinar y un componente metodológico tal como se ilustra en la figura 4.

Figura 4. Representación de la propuesta curricular en la investigación.



El componente disciplinar de la propuesta de investigación hace una reflexión sobre las competencias *–en el contexto de las matemáticas–* que se quiere desarrollar en los estudiantes, el componente tecnológico por su parte abarca el estudio de la infraestructura en hardware y software requerida para el desarrollo de la propuesta, finalmente el componente metodológico indaga sobre las formas eficientes en las cuales se debe articular el componente disciplinar con el componente tecnológico para que el estudiante transforme ese conocimiento en saber y comprenda el fin último del proceso educativo tal como lo propone [54]

III. IMPLEMENTACIÓN EN LA ESCUELA

Así mismo, se propone cerrar la brecha entre la lógica propiamente dicha y el pensamiento matemático, para ello, el método que se desea implementar va desde que el estudiante, primero reconozca la base conceptual de cada uno de los ejes temáticos que se expone en cada grado, luego deberá seguir su recorrido por la adopción de un método de solución de problemas que le facilite dirimir las diferentes situaciones matemáticas que se le presenten y en este mismo sentido logre concretar el conocimiento que se quiere apropiarse mediante la elaboración de algoritmos específicos necesarios para poder dar solución a las diferentes actividades funcionales usando los robots lego.

Para llevar a cabo esta propuesta, se requiere inicialmente conocer la base contextual a cerca de la forma como los maestros imparten las clases de matemáticas en los diferentes centros educativos del Municipio de Dosquebradas (Risaralda), Así mismo también se requiere conocer el punto de vista del estudiante, saber acerca de, sus expectativas y formas de aprender y reconocer si el uso de las TIC en la educación, ha marcado una motivación que le ayude a tomar decisiones apropiadas con respecto a su proceso de aprendizaje en esta área.

Partiendo de estas afirmaciones, se plantea la puesta en marcha de una propuesta didáctica que involucre de forma directa la lógica con el pensamiento matemático propiamente dicho, tomando como base fundamental los cuestionamientos realizados por los estudiantes y docentes en los instrumentos diligenciados en el apartado anterior; para ello se requiere que se conozca inicialmente desde la historia de las matemáticas el origen de los conceptos que se entregan en el aula de clase, además de ello se debe impartir a los estudiantes estructuras lógicas, que inicien con un alfabeto adecuado incluso la elaboración de fórmulas bien formadas, sumergiéndolo de igual manera en cada uno de los componentes elementales de la lógica proposicional hasta la teoría de conjuntos.

Ahondando en esta dinámica, se pretende que el estudiante desarrolle aparte de estas nociones, otras referentes a la lógica de programación, las cuales se basan en esquemas de programación imperativa, para lo cual se establece que el estudiante reconozca los elementos básicos de programación orientada a objetos, pero con aspectos de programación visual y secuencial correspondiente a la forma de programar en la plataforma MIND STORM, la cual trae consigo los dispositivos robóticos Lego.

De igual manera, fundamentadas estas bases, el estudiante deberá haber adquirido una forma de pensar que determine las salidas de un algoritmo antes de ejecutar el proceso.

Para lograr esto, se precisa que el éxito de las actividades que se desean implementar usando la programación y dispositivos robóticos lego, requieren de una planeación íntegra por parte del maestro, en la cual debe tener en cuenta aspectos fundamentales que el estudiante debe ir afianzando a medida que va participando de la clases y desarrollando las actividades. Estos aspectos estarán relacionados directamente con:

- Adquirir hábitos para la puesta en marcha de estrategias para resolver problemas que requieran de un esquema de desarrollo matemático, así como se plantea en [55].
- Comunicativas, para lo cual en cada una de las actividades, el estudiante deberá: 1) Interpretar la situación, 2) Proponer una posible solución, 3) Argumentar la puesta en marcha de la solución a dicha situación. Lo anteriormente expuesto es factible si el estudiante, antes de iniciar el trabajo con la plataforma de programación y el funcionamiento con los dispositivos robóticos ha desarrollado un plan o método de solución a dicha situación.
- Desarrollar algoritmos de programación secuencial adecuados para dar solución a la situación planteada.
- Evaluar constantemente los procesos, y construir una bitácora de las actividades desarrolladas con el propósito de generar retroalimentación.

Por lo tanto, y logrado cada uno de los propósitos formulados para esta investigación, y luego de haber probado la estrategia didáctica con algunos educandos, se debe implementar, con al menos un grupo de estudiantes que sea representativo, y realizar los ajustes necesarios para poder así llegar a formar un joven matemáticamente competente.

IV. CONCLUSIONES

El contexto de la educación colombiana, demanda el desarrollo de nuevas competencias tanto del maestro como del personal administrativo y directivo que entienda el contexto internacional quien exige una serie de habilidades sociales, comunicativas, laborales y tecnológicas para un adecuado desarrollo personal y profesional e igualmente capacidad para entender los contextos locales adecuando las políticas de Estado hacia la consecución misma de los fines de la educación.

Este ejercicio a su vez presupone a los estudiantes como agentes activos de su proceso de formación planteando nuevos retos para la construcción de saber por parte de ellos con apoyo de las intencionalidades de las prácticas docentes. En este escenario, la migración de un lenguaje duro matemático a un lenguaje blando y más amigable es pieza importante para la captura de los intereses de los estudiantes.

REFERENCIAS

- [1] L. H. Jaime, “*La evaluación en la educación superior*”. Principia Iuris, vol 11, no. 11, 2014.
- [2] M. Delgado-Barrera, “*La educación básica y media en Colombia: Retos en equidad y calidad. Informe final*”. Bogotá: Fedesarrollo, 2014.
- [3] S. Gonzalez, “*Colombia, el último lugar en los nuevos resultados en las pruebas PISA*”. El Tiempo, Bogotá 09 de Abril 2014.
- [4] M. Molano, “*Carlos Eduardo Vasco Uribe. Trayectoria biográfica de un intelectual colombiano: una mirada a las reformas curriculares en el país*”. Revista Colombiana de Educación, vol. 6, 2011, pág 161–198.
- [5] G. Santi & A. Baccaglini-Frank, “*Forms of generalization in students experiencing mathematical learning difficulties?*”, PDA, vol. 9, no 3, 2015
- [6] K. Fernández, I. Gutiérrez, M. Gómez, L. Jaramillo, & M. Orozco, “*El pensamiento matemático informal de niños en edad preescolar Creencias y prácticas de docentes de Barranquilla (Colombia)*”. Zona próxima, no 5. 2011.
- [7] Ministerio de Educación Nacional. (01 de Mayo de 2008). “*Plan nacional colombiano de tecnologías de la información, la comunicación y la educación*”. Recuperado el 12 de Marzo de 2013, de Eduteka: <http://www.eduteka.org/pdfdir/ColombiaPlanNacionalTIC.pdf>



- [8] Ministerio de Educación Nacional. (2006). “*Plan nacional decenal de educación 2006-2016*”. Recuperado el 01 de octubre de 2013, de Plan Decenal de Educación: http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-166057_investigacion.pdf
- [9] Ministerio de Educación Nacional, “*Lineamientos curriculares en matemáticas*”. Bogotá: Colombia, 1998
- [10] J. A. Vera-Noriega, L.E. Torres-Moran & E. E. Martinez- García, “*Evaluación de competencias básicas en tic en docentes de educación superior en México*”. Pixel-Bit: Revista de medios y educación, vol 44, 2014, pp. 143-155.
- [11] V. R. Jacobs, L. L. Lamb, & R.A. Philipp, “*Professional noticing of children’s mathematical thinking*”. Journal for Research in Mathematics Education, vol. 41, No. 2, 2010, pp. 169-202.
- [12] J.J. Henao-García & O.E. Tamayo-Alzate, “*Enseñanza y Aprendizaje del concepto naturaleza de la materia mediante la resolución de problemas*”. Unipluriversidad, vol 14, no 3, pp. 25-45.
- [13] K. Brown, “*Employing Mathematical Modelling to Respond to Indigenous Students’ Needs for Contextualised Mathematics Experiences*”. In Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia. Navigating Currents. vol 1, pp. 93-98. Brisbane, 2008. Australia: Mathematics Education Research Group of Australasia Inc.
- [14] E.C. Nusbaum & P.J Silvia, “*Are intelligence and creativity really so different? Fluid intelligence, executive processes, and strategy use in divergent thinking*”. Intelligence, vol 39, no 1, 2011, pp.36-45.
- [15] F. Paas & S. Kalyuga, “*Cognitive measurements to design effective learning environments*.” In C. P. Constantinou, D. Demetriou, A. Evagorou, M. Evagorou, A. Kofteros, M. Michael, et al. (Ed.), 11 th Biennial conference of the european association for research on learning and instruction (EARLI), 2004, Nicosia, Chipre: Universidad de Chipre. pp. 12
- [16] H. Leary, A. Walker, B. Shelton & H. Fitt, “*Exploring the Relationships between Tutor Background, Tutor Training, and Student Learning: A Problem-based Learning Meta-Analysis*”. Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 2013, pp. 40-66.

- [17] J. Orjuela, “*Determinantes individuales de desempeño en las Pruebas de Estado para la educación media en Colombia*. In ICFES, *Estudios sobre la calidad de la educación en Colombia*” Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2012, pp. 164-176
- [18] ICFES. (2013). *Colombia en PISA 2012. Informe Nacional de Resultados. Resumen ejecutivo*. Bogotá: ICFES.
- [19] L. F. Gamboa, “*Análisis de la igualdad de oportunidades en educación media, en una perspectiva internacional. El Caso de Colombia*”. En ICFES, *Estudios sobre la calidad de la educación en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional, 2012, pp. 1-42.
- [20] M. T. Celis, O. A. Jimenes, & J. F. Jaramillo, “¿Cuál es la brecha de calidad educativa en Colombia en la educación media y superior?”, en ICFES, *Estudios sobre la calidad de la educación en Colombia*, Bogotá: Ministerio de Educación Nacional. 2012 pp. 67-89
- [21] A. Linares, “¿Por qué somos tan malos en matemáticas?” *El Tiempo*, 28 de septiembre de 2013.
- [22] M. M. Socas, “*Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas. Análisis desde el enfoque lógico semiótico*”. *Investigación en educación matemática XI*, 2007, pp. 19-52.
- [23] F. Barrera, D. Maldonado & C. Rodríguez, “*Calidad de la educación básica y media en Colombia: Diagnóstico y propuestas*”. Bogotá: Universidad del Rosario. 2012
- [24] G. J. Paramo & C.A. Maya, “*Deserción estudiantil universitaria. Conceptualización*”. *Revista Universidad EAFIT*, vol 35 no 114, 2012, pp. 65-78.
- [25] Harvard University. *Project Zero*. Retrieved Abril 08, 2014, from Graduate School of Education: <http://www.pz.harvard.edu/>. 2014.
- [26] F. Ligozat, “*The determinants of the joint action in didactics: The text-action relationship in teaching practice*”. In B. Hudson, & M. Meyer, *Beyond Fragmentation: Didactics, Learning and Teaching in Europe*, Ginebra: Opladen & Farmington Hill, 2011, pp. 157-176
- [27] Sociedad y Tecnología Cul, “*Plataformas educativas de software libre*”. Retrieved junio 01, 2014, from TICs en la educación: <http://sociedadytecnologiacul.wordpress.com/tics-educacion/plataformas-educativas/plataformas-educativas-de-software-libre/>, 01 de enero de 2008



- [28] J. S. Ibañez, “*Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC*”. Universities and Knowledge Society Journal, vol 1, no. 1, 2004, pp. 1-16
- [29] C. Rosales, “*Contextos de la innovación educativa*”. Innovación Educativa, vol. 1, no 22, 2012, pp. 9-12.
- [30] J. C Henao-Lopez, & J. A. Barrera-Moncada, “*PHYSILAB. Estrategia Metodológica para la Enseñanza de la Física*”. Reunión Nacional de ACOFI Acciones y cambios en las facultades de ingeniería, pp. 77-85, Santa Marta. 2011
- [31] J. C Henao-Lopez, & J. A. Barrera-Moncada, PHYSILAB. Conceptos y ejercicios. Pereira, Colombia: Colección Maestros. Universidad Católica de Pereira.
- [32] N. Coparri, “*Relación entre las nuevas tecnologías y la preferencia en la comunicación en estudiantes*”. Eureka, vol 8, no 2, 2011, pp. 231-240.
- [33] M. B. Yeary, Y. Tian-You, R. D. Palmer, H. Monroy, “*Working together for better student learning: a multi-university, multi-federal partner program for asynchronous learning module development for radar-based remote sensing systems*”. IEEE Transactions on Education, 2010, pp. 505-515.
- [34] M.S. Ibarra, G. Rodriguez, “*El trabajo colaborativo en las aulas universitaria. Reflexiones desde la autoevaluación.*”, Revista de Educación, 2007, pp. 355-375,
- [35] J.J Jimenez, G. Lagos & F. Jareño, “*El apredizaje basado en problemas como instrumento potenciador de las competencias transversales*”. E-publica. Revista electronica sobre la enseñanza de la economía pública, vol 13, 2013, pp. 44-58.
- [36] J. Cabrero, “*Bases pedagógicas del e-learning*”. Revista de universidad y sociedad del conocimiento, vol 3, no 1, 2006
- [37] J. L. Moore, C. Dickson-Deane & K. Galyen, “*e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?*”. The Internet and Higher Education, vol 14, no 2, 2013, pp. 129-135.
- [38] M. Rosenberg, E-learning: Estrategias para transmitir conocimiento en la era digital. Bogotá: McGraw-Hill Intramericana. 2002

- [39] M. Paechter, B. Maier & D. Macher, “*Students’ expectations of and experiences in e-learning: Their relation to learning achievements and course satisfaction*”. *Computers & Education*, vol 54, no. 1, 2010, pp. 222-229.
- [40] I. de la Torre, F. J. Diaz, M. Anton, M. Martinez, D. Boto, D. Gonzalez, D., et al., “*Blended learning (b-learning) in telecommunications engineering - A study case*”. (IEEE, Ed.) *Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTEI)*, May 6 de 2011, pp. 1–4.
- [41] E. Bañados, “*A blended-learning pedagogical model for teaching and learning EFL successfully through an online interactive multimedia environment*”. *Calico Journal*, vol 23, no 3, 2013, pp. 533-550.
- [42] M. Guitert, & M. Perez, “*La colaboración en la red. Hacia una definición de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales.*”, *Teoría de la educación. Educación y cultura en la sociedad de la información*, vol. 14, no 1, 2013, pp. 10-31.
- [43] J. Sallinas, “*Innovación docente y uso de las TIC en la. Revista Universidad y sociedad del conocimiento*”, vol 1 no 1, 2004, pp. 1-11.
- [44] E. Gonzalez-Guerrero, J.J Paez-Rodriguez & F. J. Roldan, “*Robots cooperativos, Quemés para la educación*”. *Vínculos*, vol 10, no 2, 2013, pp. 47-62.
- [45] S. A. Zabala-Vargas, J.A. Perez-Lopez, & H. F. Rodriguez-Hernandez, “*Estrategia para el desarrollo de aprendizajes en ingeniería basado en robótica educativa y competitiva: caso Universitaria de Investigación y Desarrollo, ud?*”. *Ingeniería Solidaria*, vol 6, no 16, 2013, pp. 153-159,
- [46] C. Bergsten, E. Jablonka & A. Klisinska, “*A remark on didactic transposition theory*”. In *Mathematics and mathematics education: Cultural and social dimensions: Proceedings of MADIF7, The Seventh Mathematics Education Research Seminar*, pp. 1-11, Estocolmo: Linköping: Svensk förening för matematikdidaktisk forskning (SMDF), 2013, pp. 25-26.
- [47] M. Artigue, “*Ingeniería didáctica*”. En M. Artigue, D. Regine, L. Moreno, & P. Gómez (Ed.), *Ingeniería didáctica en la educación matemática*, Bogotá: Grupo Editorial Iberoamericana, 1995, pp. 33-60
- [48] L. S. Vygotsky, *Pensamiento y Lenguaje*. Madrid: Paidós Ibérica, 2010.



- [49] M. Carretero, “¿Qué es el constructivismo?” en *Constructivismo y Educación*, México: Progreso, 2005. pp. 24-25
- [50] C. Coll, “*Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica*”. *Anuario de Psicología*, vol 69, no 1, 1996, pp. 153-178,
- [51] C. Coll, “*Constructivismo y educación: La concepción constructivista del aprendizaje*”. In C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi, *Desarrollo psicológico en educación 2. Psicología de la educación escolar*, pp. 157-186, Madrid: Alianza Editorial. 2001
- [52] D. P. Ausubel. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stration, 1963
- [53] D. P. Ausubel, J. D. Novak & H Hanesian. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Mexico: Trillas. 1983
- [54] D. Perkins, “Qué es la comprensión”. En M. Stone (Ed.), *Enseñanza para comprensión. Vinculación entre la práctica y la investigación*, Buenos Aires: Paidós, 1993 pp. 4-27.
- [55] Polya, G. (s.f). Obtenido de *ESTRATEGIAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS*.

Euclides Murcia Londoño Nació en Santa fe de Bogotá (D.C), Colombia el 1 de Noviembre de 1975 y estudió su pregrado de Licenciatura en Matemáticas y en la Universidad Tecnológica de Pereira, Ha Ejercido Profesionalmente como docente para la Secretaria de Educación de Pereira, y para la Universidad Católica de Pereira, encuentra vinculado laboralmente y pertenece al grupo de investigación GEMA. Entre sus campos de interés está la didáctica, la estadística, las TIC y la metodología de Investigación Computación en la Universidad del Quindío, y una maestría.

Juan Carlos Henao López Nació en Pereira, Colombia el 14 de enero de 1977 y estudió su pregrado en ingeniería en la Universidad Tecnológica de Pereira y una maestría en educación con la Universidad de Santander. Ejerció profesionalmente como docente para la Secretaria de Educación de Pereira, la Universidad de Caldas y la Universidad Católica de Pereira donde actualmente se encuentra vinculado laboralmente y pertenece al grupo de investigación GEMA. Entre sus campos de interés está la didáctica, la robótica, las TIC.