

## LA ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO EN EL APRENDIZAJE DEL MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN LU, COMO ACTIVIDAD EN EL AULA DE CLASES

Rogelio Ramos Carranza, Armando Aguilar Márquez  
Universidad Nacional Autónoma de México

México

egor1131@servidor.unam.mx, egorrc@gmail.com, armandoa@servidor.unam.mx

Campo de investigación: Pensamiento numérico

Nivel: Superior

**Resumen.** *La investigación ha consistido en poner en práctica el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), en una situación diseñada para aplicar en el salón de clases en la asignatura de Métodos Numéricos, para el aprendizaje del método de descomposición LU, con estudiantes de Ingeniería. En el modelo de aprendizaje sociocultural de Vygotsky (1979), él sostiene que los procesos de desarrollo y aprendizaje interactúan entre sí, considerando al aprendizaje como un factor del desarrollo. Es esta estrecha relación entre desarrollo y aprendizaje que Vygotsky destaca y lo lleva a formular la idea de la ZDP. Con los postulados referentes a la teoría del modelo sociocultural se propusieron en la investigación las actividades que consistieron en: construcción del andamiaje educativo, la enseñanza recíproca, conducción social del aprendizaje y colaboración entre compañeros. Se registraron las actividades diseñadas para la clase y sus resultados. Observando como conclusión, el acercamiento a la construcción del conocimiento significativo.*

**Palabras clave:** Factorización, Matrices, Aprendizaje, Modelo Sociocultural

### Introducción

Los tres principales supuestos de Vygotsky (1979) son: Construcción de significados, Instrumentos para el desarrollo cognoscitivo y La Zona de Desarrollo Próximo. El primer supuesto significa que la comunidad juega un papel central, en tanto que el pueblo en torno al estudiante afecta en gran medida la forma en la que el o ella "ve" el mundo. El segundo supuesto se refiere a la forma en la que determinan el patrón y la tasa de desarrollo tanto el tipo como la calidad de los instrumentos. El tercer supuesto, que es del que nos valimos para la experimentación en esta investigación, establece que de acuerdo a la teoría del desarrollo de Vygotsky, las capacidades de solución de problemas pueden ser de tres tipos: i) aquellas realizadas independientemente por el estudiante, ii) aquellas que no puede realizar aún con ayuda y iii) aquellas que caen entre estos dos extremos, las que puede realizar con la ayuda de otros. Así mismo se consideran los principios vigotskianos más importantes en el aula. El aprendizaje y el desarrollo son, actividades sociales y colaborativas que no pueden ser "enseñadas" a nadie. Depende del estudiante construir su propia comprensión en su propia mente.

971

La Zona de Desarrollo Próximo puede ser usada para diseñar situaciones apropiadas durante las cuales el estudiante podrá ser provisto del apoyo adecuado para el aprendizaje óptimo.

Cuando es provisto por las situaciones apropiadas, uno debe tomar en consideración que el aprendizaje debería tomar lugar en contextos significativos, preferiblemente el contexto en el cual el conocimiento va a ser aplicado.

### Descripción General

Se pretende experimentar durante un periodo semestral con estudiantes de ingeniería, expuestos a situaciones en el aula de clase, para caracterizar el comportamiento que tienen ellos ante la presencia de estrategias de aprendizaje. Esta investigación forma parte de un proyecto de investigación que tiene como propósito general el implementar los medios educativos, adecuados para lograr que el estudiante adquiera tanto las herramientas que le permitan el autoaprendizaje, así como un aprendizaje significativo y duradero. En particular esta investigación se sustenta en uno de los supuestos de la teoría sociocultural de Vygotsky, esto es la Zona de Desarrollo Próximo, aplicada al aprendizaje de la solución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, mediante el método de descomposición LU, el cual consiste en la factorización de la matriz de coeficientes del sistema  $A$ , o determinación de los factores LU, cuyo producto representa a la matriz  $A$ . Siendo las matrices  $L$  y  $U$ , matrices triangulares inferior y superior, respectivamente.

### Antecedentes

La Matemática es un pilar fundamental de la civilización y la cultura humana, en la actualidad los desarrollos tecnológicos, así como las ciencias modernas utilizan, de una forma u otra, su lenguaje, así como sus procesos de razonamiento. En particular, cabe mencionar que el papel de la matemática en la educación, así como en la sociedad, ha variado a través de los años. Actualmente se ha difundido el uso de una nueva disciplina para la transmisión y difusión del conocimiento matemático, esta es, la matemática educativa, a través de la cual se plantean las formas más adecuadas para que los educadores de la disciplina matemática, estén observando cambios significativos en sus objetivos propuestos. En el aspecto de la enseñanza de las matemáticas, Cantoral y Farfán (2003) mencionan que se ha convertido en una necesidad básica, el proporcionar

a una investigación en matemática educativa de una aproximación sistémica y situada, que haga posible incorporar las cuatro componentes fundamentales en la construcción del conocimiento; su naturaleza epistemológica, su dimensión sociocultural, los planos de lo cognitivo y los modos de transmisión vía la enseñanza. En este caso particular, se reportan los hallazgos que se obtienen al implementar aspectos relativos a la componente cognitiva la cual se fundamenta en el aprendizaje sociocultural.

### **Justificación**

Uno de los principales problemas que enfrenta la educación superior universitaria, en el caso específico en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM, para el logro de sus propósitos de lograr formar profesionistas competentes, que sean individuos autónomos, emprendedores, creativos y con valores éticos y morales, lo es el alto índice de reprobación y la falta de motivación que se ha venido presentando en el caso de las asignaturas de matemáticas. Por lo que en esta investigación nos proponemos contribuir a un mejoramiento en el aprovechamiento escolar mediante el uso de metodologías para la enseñanza de la disciplina en cuestión.

### **Planteamiento del problema**

Desarrollar metodologías educativas para mejorar el aprovechamiento escolar en el aprendizaje del método de descomposición LU, utilizado para resolver sistemas de ecuaciones algebraicas lineales.

### **Objeto de estudio**

Los estudiantes de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, que cursan la asignatura de Métodos Numéricos.

### **Objetivos**

### Objetivos generales

Se propone desarrollar materiales educativos para la asignatura de métodos numéricos correspondiente al cuarto semestre de la currícula del plan de estudios para las carreras de ingeniería mecánica y eléctrica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM.

### Objetivos particulares

El objetivo de la indagatoria objeto de este artículo es la de probar que se pueden obtener mejores resultados en el aprendizaje de los métodos numéricos mediante el uso de adecuados apoyos metodológicos, como son los referentes cognitivos propios de la teoría sociocultural de Vygotsky.

### Hipótesis

Una metodología adecuada en la enseñanza de los métodos numéricos, permitirá un mejor aprovechamiento, y un aprendizaje significativo y duradero.

### Marco teórico

Los procesos psicológicos superiores, que son los procesos específicamente humanos, tienen su origen en la vida social, es decir, se constituyen a partir de la mediación y de la internalización, de prácticas sociales y de instrumentos psicológicos creados culturalmente (Vygotsky, 1979). El conocimiento es un producto de la interacción social y de la cultura. Resalta los aportes de Vygotsky en el sentido que todos los procesos psicológicos superiores (comunicación, lenguaje, razonamiento, etc.) se adquieren primero en un contexto social y luego se *internalizan*. En el desarrollo cultural del niño, toda función aparece dos veces: primero, a escala social, y más tarde, a escala individual, primero entre personas (interpsicológica), y después, en el interior del propio niño (intrapicológica). Un proceso interpersonal queda transformado en otro intrapersonal (Vygotsky, 1979).

Uno de los conceptos esenciales en la obra de Vygotsky es el de la *zona de desarrollo próximo*. No es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz.

En el aprendizaje social los logros se construyen conjuntamente en un sistema social, con la ayuda de herramientas culturales (por ejemplo, computadores) y el contexto social en la cual ocurre la actividad cognitiva es parte integral de la actividad, no simplemente un contexto que lo rodea (Resnick, 1991).

Al aceptar la premisa básica en la construcción del conocimiento, no hay razón para buscar fundamentos ni usar el lenguaje de la verdad absoluta. La posición constructivista es post-epistemológico y es por eso que es tan poderoso para inducir nuevos métodos de investigación y enseñanza. Reconoce el poder del ambiente para requerir adaptación, la temporalidad del conocimiento y la existencia de múltiples identidades (*selves*) comportándose de acuerdo con las reglas de varias subculturas (Noddings, 1990).

En relación a los contenidos y los procesos de aprendizaje Robert Glaser afirma que:

(...) con lo que sabemos de la factibilidad de enseñar procesos generales de pensamiento, parece ser más factible desarrollarlos dentro del contexto de ejercer el conocimiento específico de uno y evaluar las condiciones que faciliten la transferencia a nuevas situaciones(...) la capacidad para percibir nuevas representaciones y organizaciones de información simbólica y visual puede ser, por lo menos en parte, el resultado de extensa experiencia confrontando y contestando las percepciones de conocimiento actual de uno. (...) El conocimiento facilita los procesos y ellos generan conocimientos. (Glaser, 1985, p. 574).

La cuestión clave de la educación está en asegurar la realización de aprendizajes significativos, a través de los cuales el alumno construye la realidad atribuyéndole significados. Para tales fines, el contenido debe ser potencialmente significativo y el alumno debe tener una actitud favorable para aprender significativamente. (Coll, 1989)

Coll plantea que la significatividad está directamente vinculada a la funcionalidad y plantea que:

“(…) cuanto mayor sea el grado de significatividad del aprendizaje realizado, tanto mayor será también su funcionalidad” (Coll, 1989, p. 167).

Continúa Coll con el planteamiento de que el aprendizaje requiere una intensa actividad por parte del alumno, y que cuanto más rica sea su estructura cognoscitiva, mayor será la posibilidad de que pueda construir significados nuevos y así evitar memorización repetitiva y mecánica. Además el aprender a aprender constituye el objetivo más ambicioso de la educación escolar, que se hace a través del dominio de las estrategias de aprendizaje.

La teoría subraya que el motor del aprendizaje es siempre la actividad del sujeto, condicionada por dos tipos de mediadores: “herramientas” y “símbolos”, ya sea autónomamente en la “zona de desarrollo real”, o ayudado por la mediación en la “zona de desarrollo potencial”. Los conocimientos estructurados con ayuda de los mediadores (“herramientas” y “símbolos”) generan en el alumno la mencionada “zona de desarrollo potencial” que le permite acceder a nuevos aprendizajes, creándose así un cierto grado de autonomía e independencia para aprender a aprender más.

### Aplicación del experimento y resultados obtenidos

La primera actividad consistió en la exposición del desarrollo para la obtención de las formulas generales del método de descomposición LU, incluyendo la solución de casos.



Fig.1 Presentación del tema por el profesor titular del grupo a fin de mostrar el desarrollo del algoritmo del método de descomposición LU.



Fig.2 Presentación del tema por los alumnos del grupo de a fin de mostrar el desarrollo del algoritmo del método de descomposición LU.

La segunda actividad consiste de la presentación del tema por parte de los alumnos en la clase, y las dos últimas actividades consistieron en la solución numérica de un caso en el contexto de la ingeniería, organizando la actividad entre estudiantes y profesor, como un taller en el aula y formando equipos de trabajo con los estudiantes.

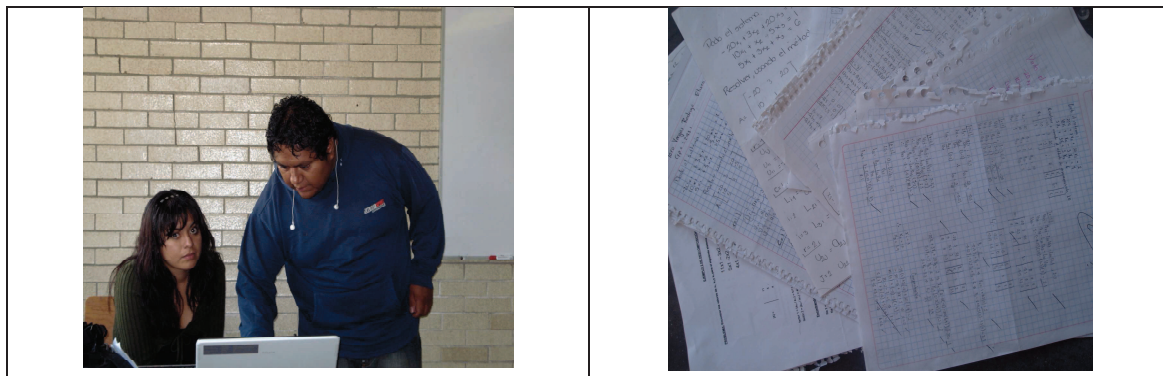


Fig.3 Presentación del tema por los alumnos del grupo realizando el desarrollo del algoritmo del método de descomposición LU.

Fig.4 Pruebas aplicadas a los estudiantes para determinar una medida de la comprensión y manejo del método de descomposición LU.

### Conclusiones

Se registraron las actividades diseñadas para la clase y sus resultados, las cuales ponen de manifiesto los efectos producidos por la aplicación de la teoría del aprendizaje utilizada, observando como conclusión, el acercamiento a la construcción del conocimiento significativo de los estudiantes, respecto del método de descomposición LU.

Una de las observaciones más notables, fue que los estudiantes, no lograron vencer el obstáculo definido por la distancia determinada por sus capacidades potencial y real; mostrando una cierta dependencia de la posición en la que se encuentra su capacidad potencial y manifestando un comportamiento regular en su gran mayoría respecto de dicha posición, lo cual nos conduce a concluir que siguieron dependiendo de la ayuda del experto, que en la investigación fue representado por las notas de las que se valieron los estudiantes para resolver los problemas y proporcionadas por el investigador.

Así mismo, se observó que los estudiantes resolvían exitosamente las pruebas en su gran mayoría; cuando se valían del apoyo del experto (notas y el profesor titular) cuando trabajaron en equipo, salvo unas cuantas excepciones; por lo que concluimos que los estudiantes se ubicaron en una situación de desarrollo sin alcanzar la maduración del aprendizaje del método por sus propios recursos; lo que significa que ellos se establecieron en la etapa de la socialización del conocimiento (Interpersonal) sin llegar a la etapa de internalización (Intrapersonal).

Pensamos que en el experimento, no se plantearon de manera adecuada los mediadores (herramientas y símbolos), que facilitarían la construcción del conocimiento por parte del estudiante de manera autónoma; además pensamos que no se utilizó una contextualización de manera adecuada; quedando la investigación abierta a continuar experimentando de manera que se pueda mejorar cada vez la ingeniería didáctica involucrada por el concepto utilizado para construir conocimiento en este caso particular el de la Zona de Desarrollo Próximo.

### Referencias bibliográficas

Cantoral, R. y Farfán, R. M. (2003). Matemática Educativa: Una visión de su evolución. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 6(1), 27-40.

Coll, C. (1989). *Aprendizaje Escolar y Construcción del Conocimiento*. Buenos Aires: Paidós.

Glaser, R. (1985) All's well that begins and ends with both knowledge and process: A reply to Sternberg. *American Psychologist* 40,573-575.

Noddings, H. (1990) Constructivism in Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 7-18.

Resnick, L. (1991) Shared Cognition: Thinking as Social Practice. En L. Resnick (comp.) *Perspectives on Socially Shared Cognition*. Washington, D.C.: American Psychological Association.

Vygotsky, L. S. (1979). *Desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, España: Grijalbo-Crítica.