



## NIVELES DE SENTIDO ESTRUCTURAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA EN CÁLCULO

Gloria Cancec Murillo; Pablo Flores Martínez;

Ana Montoro Medina

gloriacancec@correo.ugr.es,

pflores@ugr.es,

amontoro@ugr.es

Universidad de Granada

Granada, España

---

### Resumen

*Los estudiantes al ingresar a Educación Superior arrastran carencias algebraicas, estas se perpetúan en su formación presentando dificultades en la manipulación algebraica, la cual es requerida para enfrentar asignaturas como Cálculo y de Especialidad, de aquí la necesidad de Identificar el Nivel de Sentido Estructural que ellos poseen.*

### Abstract

*Upon entering Higher Education students drag algebraic deficiencies, these are perpetuated in their training presenting difficulties in algebraic manipulation, which is required to face subjects such as Calculus and Specialty, hence the need to Identify the Level of Structural Sense that they own.*

### Problema de investigación

Según el contexto presentado, ha surgido la pregunta, cómo ayudar a que los estudiantes superen la dificultad en la manipulación algebraica al cursar la asignatura de cálculo, pues aun cuando han aprobado matemáticas niveladoras, no pareciera ser suficiente para el dominio en esa competencia lo que incide directamente en su rendimiento y por lo tanto posteriormente en sus asignaturas de especialidad donde se requiere esta habilidad desarrollada. Es por esto, que se necesita conocer las habilidades algebraicas que tienen estos estudiantes, para lo que se recurre al constructo Sentido Estructural, que se ha utilizado para caracterizar las capacidades y habilidades algebraicas de estudiantes de su mismo nivel educativo.

Para abordar este problema se plantea como objetivo general Identificar el Nivel de Sentido Estructural de estudiantes de Ingeniería.

### Marco teórico

El estudio se centra en el aprendizaje algebraico, lo que nos ha llevado a revisar aspectos relativos a dos campos: los errores algebraicos y el concepto de sentido estructural.

En cuanto a los errores algebraicos que afectan en el aprendizaje de Cálculo se puede citar a Artigue (1998), señala que un enfoque algebraico de abordar Cálculo, es más bien mecánico y reduccionista del cálculo diferencial, en general, muchas instituciones de Educación Superior han optado por este modelo didáctico a partir del desarrollo curricular de sus programas y de las competencias que logran los estudiantes en los cursos matemáticos previos a la asignatura de Cálculo.

Numerosas investigaciones se han dedicado a conocer y comprender los errores habituales que los estudiantes cometen en álgebra, García (2015) agrupa los errores en dos categorías, errores procedimentales que tienen relación con los cálculos de manipulación de incógnitas u operaciones que resultan necesarias para la realización de una tarea y los Errores conceptuales relacionados con el cambio de lenguaje cuando se cambia de la aritmética al lenguaje algebraico se puede realizar por una representación equívoca de la información.

A raíz de lo expuesto, surge la pregunta ¿A qué se deben estos errores? Considerando lo expuesto por Vega et al. (2012) en su investigación del sentido estructural de los estudiantes de bachillerato, el trabajo de los estudiantes con expresiones algebraicas, suele ser mecánica, sin analizar el significado de las expresiones, y más bien implementando técnicas algebraicas memorísticas. En palabras simples, los estudiantes no logran el dominio del álgebra necesario para comprender la dimensión procedimental y conceptual del álgebra (proceso y objeto). La relación simbiótica entre el conocimiento procedimental y el conocimiento conceptual, permite la comprensión de la estructura algebraica.

Entre otros problemas con las estructuras algebraicas Vega-Castro, D., Molina, M., & Castro, E. (2012), sintetizan las investigaciones realizadas por Linchevsky, L. & Livneh D. (1999) y otros, donde reconocen dificultades y errores específicos que cometen los estudiantes al trabajar con expresiones algebraicas, entre las que destacan simplificar o cancelar expresiones que no son equivalentes, trabajar con expresiones de manera aritmética, valorizando

para darle sentido a expresiones que para ellos no la tiene, utilización errónea de paréntesis, aplicar propiedades como la distributiva, sobre operaciones en las cuales no se cumple, por ejemplo en la división o la sustracción, la reducción o eliminación de signos para simplificar el proceso más que porque se cumple la propiedad, la separación de número y letras con operaciones inexistentes, la aplicación incorrecta de reglas de operatoria y prioridad de operaciones.

Con respecto a Sentido Estructural, no se puede negar que las expresiones algebraicas obedecen a diferentes estructuras, que Hoch y Dreyfus (2004) señalan como origen para reconocer distintas partes, las cuales se conectan o relacionan entre sí.

Entre muchos ejemplos de esta estructura de las expresiones algebraicas está las de las fracciones algebraicas, ecuaciones y funciones. Estas estructuras sufren modificaciones que permiten obtener una expresión equivalente a la inicial, pudiendo presentar la misma estructura externa (forma física de la expresión) o interna (vínculo entre las cantidades y las operaciones).

Considerando que el álgebra, así como otros elementos matemáticos (aritmética, geometría, etc.) tienen una estructura concreta, entonces resulta más sencillo comprender que se entiende por "Sentido Estructural".

Para reconocer si un estudiante muestra el sentido estructural (SS) en la realización de una tarea algebraica, Hoch y Dreyfus (2006) definen tres descriptores:

[SS1] Reconocer una estructura familiar en su forma más simple.

[SS2] Tratar con un término compuesto como una sola entidad y reconocer una estructura familiar en una forma más compleja.

[SS3] Elegir las manipulaciones apropiadas para hacer el mejor uso de una estructura.

Vega (2013) define Sentido Estructural Algebraico como la competencia cognitiva o el conjunto de capacidades necesarias para el trabajo flexible con las expresiones algebraicas, más allá de la aplicación mecánica de procedimientos de transformación de las mismas.

### **Método**

Es importante destacar que las investigaciones y estudios sobre el Sentido Estructural son escasas y de reciente data.

La metodología que se está utilizando es un enfoque cualitativo y el estudio de tipo descriptivo.

El sujeto de estudio son estudiantes de Ingeniería que cursan la asignatura de cálculo. Para llegar a explorar y describir el nivel de sentido estructural que presentan estos estudiantes, se aplicó un piloto, iniciando por la recolección de antecedentes, esto implica saber la percepción del nivel de sentido estructural que tienen los estudiantes desde la perspectiva de los profesores. Para ello se elaboró y aplicó una encuesta semiestructurada. De forma paralela y para identificar el nivel de sentido estructural de los alumnos, se aplicó a la muestra una evaluación diagnóstica con preguntas basadas en los descriptores de sentido estructural.

Actualmente, nos encontramos en proceso de análisis del piloto y reformulando los instrumentos para ser aplicados a una muestra mayor, esta recolección de datos será a través de instrumentos como los siguientes:

- 1) Encuesta y guión de entrevista para que los profesores expresen el sentido estructural requerido para el estudio del cálculo.
- 2) Cuestionario de evaluación diagnóstica con preguntas basadas en los descriptores de sentido estructural según Hoch y Vega.

Posteriormente se analizarán los resultados de la evaluación diagnóstica para identificar nivel de sentido estructural de los alumnos.

### Resultados

En el piloto, se consultó a 6 docentes (4 profesores de matemática de formación y 2 ingenieros) que dictan cálculo, mediante entrevista guiada, sobre si conoce el concepto de sentido estructural, (después de la explicación del concepto según Hoch), identifique en qué nivel considera que se encuentran sus estudiantes al iniciar la asignatura de Cálculo y se les ha pedido que describan brevemente las dificultades que detecta en sus estudiantes a la hora de manipular expresiones algebraicas en ejercicios de cálculo. Una profesora de matemática encuestada señala: 'Mis alumnos que no superan SS1, por lo tanto, SS2, definitivamente no saben cómo enfrentar SS3 acarreado consecuencias mayores que con el paso del tiempo se traducen en dificultades para enfrentar las asignaturas relacionadas en niveles superiores.' Otro docente Ingeniero comenta: 'Actualmente los alumnos de ingresar a cursar la asignatura de Cálculo I, presentan lo siguiente: No recuerdan conceptos básicos de trabajo algebraico tales como factorización, no tienen dominio en los conceptos de

gráficos de funciones y no tienen dominio ni recuerdan temas de despejes/resolución de ecuaciones. Dicho lo anterior, los alumnos no califican en los niveles entregados.<sup>7</sup>

Se aplicó un cuestionario piloto a 30 alumnos de Ingeniería para medir su sentido estructural, con preguntas de factorización y simplificación de fracciones algebraicas, que si bien cuyas respuestas se encuentran en proceso de análisis ya dan un indicio que estos estudiantes con dificultad alcanzarían nivel 1.

### Conclusiones o reflexiones finales

Este estudio permitirá describir los niveles de sentido estructural que se presentan en los estudiantes, logrando establecer el perfil de competencias necesarias para la asignatura y especialidad.

Al definir el nivel de sentido estructural que tienen dichos estudiantes ayudaría a implementar estrategias más efectivas para que ellos puedan solucionar sus carencias algebraicas y enfrentar de mejor manera asignaturas de mayor complejidad como Cálculo y de Especialidad.

### Referencias bibliográficas

- Artigue, M. (1998). Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿qué se puede aprender de las investigaciones didácticas y los cambios curriculares? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 1(1),40-55
- García Suárez, J (2015). Errores y dificultades de estudiantes de primer curso universitario en la resolución de tareas algebraicas. Tesis doctoral Departamento Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. España.
- Hoch, M., Dreyfus, T. (2006) Structure sense versus manipulation skills: an unexpected result. En J. Novotná, H. Moraová, M. Krátký N. Stehlíková (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 305–312. Faculty of Education, Charles University, Prague, Czech Republic.
- Linchevsky, L. & Livneh D. (1999). Structure sense: the relationship between algebraic and numerical contexts. *Educational Studies in Mathematics*, 40(2), 173-196.

- Vega, D. (2013). Perfiles de alumnos de educación secundaria relacionados con el sentido estructural manifestado en experiencias con expresiones algebraicas. Tesis doctoral Departamento Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. España.
- Vega-Castro, D., Molina, M., & Castro, E. (2012). Sentido estructural de estudiantes de bachillerato en tareas de simplificación de fracciones algebraicas que involucran igualdades notables. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 15(2), 233-258.