

ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS UTILIZADOS POR ALUMNOS DEL TECN: ITCdJ EN EL TEMA DE DESIGUALDADES

El Cálculo y su Enseñanza.
Enseñanza de las Ciencias y la
Matemática

ISSN: 2007- 4107 (electrónico)

Rubén Abraham Moreno Segura¹
Bertha Ivonne Sánchez Luján²

Recibido: 10 de febrero de 2019,

Aceptado: 16 de mayo de 2019

Autor de Correspondencia:



Rubén Abraham Moreno Segura
abram.moreno@hotmail.com



Resumen. Los registros semióticos desde la teoría de Duval (2006) establecen dos acciones importantes, la *conversión* y el *tratamiento*. La primera se refiere a pasar de un registro a otro (simbólico, gráfico, algebraico y discursivo) y la segunda a las manipulaciones necesarias manteniendo el registro de inicio. Por otro lado, el tema de desigualdades posee una riqueza en representaciones semióticas que representa un objeto de estudio con bastante potencial que no ha sido explotado, debido a la poca existencia de trabajos previos que se encuentran del tema (Borello, 2010; Cuevas *et al.*, 2001; Prada-Núñez *et al.*, 2017). Por lo tanto, en esta investigación se trata de estudiar en que registro se desenvuelven mayoritariamente los estudiantes de ingeniería del TecNM: ITCdJ con ayuda de una secuencia didáctica apoyada en la teoría de Situaciones Didácticas.

Palabras clave: desigualdades, contextualización de la matemática, cálculo diferencial.

Abstrac. The semiotic registers from Duval's theory (2006) establish two important actions, the conversion and the treatment. The first refers to moving from one register to another (symbolic, graphic, algebraic and discursive) and the second to the necessary manipulations while maintaining the start record. On the other hand, the issue of inequalities has a wealth of semiotic representations that represent an object of study with a lot of potential that has not been exploited, due to the lack of previous works that are on the subject (Borello, 2010; et al., 2001; Prada-Núñez et al., 2017). Therefore, in this research it is a matter of studying in which registry the engineering students of the TecNM develop: ITCdJ with the help of a didactic sequence supported by the theory of Didactic Situations.

Key words: inequalities, contextualization of mathematics, differential calculus.

¹ Universidad Autónoma de San Luis Potosí / México/ Correo: abram.moreno@hotmail.com

² TecNM: Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez / México/ Correo: ivonnesanchez10@yahoo.com

1. Introducción

Según Borello (2010) una de las principales problemáticas en el tema de desigualdades es el poco tiempo que se le destina a este tema, ya que en el nivel medio superior sólo se le dedica unas cuantas horas en la asignatura de álgebra y a nivel superior sólo se repite el suceso en carreras que contienen un curso de precálculo, en lo cual el tema se toma como un conjunto de técnicas que sólo se quedan en un nivel de memorización y que por todo lo anterior llega a la conclusión de que no es un considerado como un tema esencial para el desarrollo matemático de los estudiantes. Cuevas (2014) afirma que en nivel universitario es de suma importancia un conocimiento adecuado sobre desigualdades en los estudiantes que cursen una materia de cálculo diferencial ya que se usan para definir otros conceptos básicos en esta rama de la matemática, por lo que él propone una secuencia, basada en la didáctica Cuevas & Pluinage (2003), en la que a pesar de la deficiencia de los conocimientos previos necesarios, se logre una una mejor adquisición de este tema y afirma lo siguiente.

Es esencial que el estudiante este realizando siempre una acción, por lo que a través de la resolución de problemas específicos, gradualmente dosificados, construya o llegue al concepto deseado; cada vez que se introduzca un concepto se debe partir de un problema contextualizado y que resulte interesante para el estudiante; una vez resuelto un problema el estudiante debe comprobar sus resultados, verificando que tengan un sentido lógico de acuerdo al problema planteado; cada vez que se presenten las operaciones directas asociadas a un concepto, de ser posible, implementar ejercicios que representen a la operación inversa asociada; cuando se proponga un método de resolución de un problema se debe intentar dar una forma alternativa de solución, si esto no es posible, entonces no imponer una forma única de solución; si un concepto se ilustra mediante ejercicios en más de un registro de representación, instrumentar operaciones directas e inversas que promuevan la translación o articulación de los mismos (Cuevas, 2014, p. 238).

Es primordial que los problemas se encuentren en el entorno del alumno para incentivar la motivación y se percaten de la aplicabilidad del objeto matemático, así como la selección y el cambio gradual en los problemas que se propongan. Otro factor que dificulta el aprendizaje de los alumnos en cuanto al tema de desigualdades es la manera en la que tradicionalmente se enseña relacionándolo muchas veces de forma errónea con los conocimientos previos que los alumnos tienen respecto a igualdades, pero agregando un par de reglas debido a la similitud que hay entre estos dos objetos matemáticos, y las cuales, mayoritariamente no se explican y se da como un patrón memorístico o una receta a seguir (Bazzini, 1999).

Ahora bien, para subsanar estas deficiencias Barbosa (2003) sugiere un cambio en la manera de transmitir este conocimiento aunando a la interpretación y a la resolución algebraica un método gráfico de resolución para conseguir un mejor entendimiento, ya que los alumnos, y algunos profesores se quedan con un nivel de profundización muy superficial

ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS UTILIZADOS POR ALUMNOS DEL TECN: ITCdJ EN EL TEMA DE DESIGUALDADES

Robayna (1994) hace una búsqueda de investigaciones previas recapitulando los errores más comunes en el lenguaje algebraico los cuales se deben a errores en aritmética, además de que afirma que el álgebra es más que dar significado a los símbolos empleados, es ser consciente y controlar los procesos que implica la aritmética de una forma más general.

Por su parte, Freudenthal (1983), afirma que la adquisición de un lenguaje como lo es el algebraico, debe ser apoyado por alguien que conozca sus reglas y características, a diferencia de la lengua materna la cual, es transmitida por los padres que sólo la usan sin conocer sus características y reglas a profundidad, pero que ambos lenguajes, algebraico y lengua materna, sólo logran aprenderse usándolos.

Ahora bien, los programas de estudio de las asignaturas de matemáticas en el Tecnológico Nacional de México (TecNM), incluyen el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes, (TecNM, 2015), las cuales no se desarrollan exclusivamente dentro de la institución, sino que se han fomentado desde los niveles educativos anteriores. Dentro de las materias del TecNM: Instituto Tecnológico de Ciudad Jiménez (TecNM: ITCdJ) hay 10 cursos denominados “Asignaturas Comunes”, los cuales se cursan en las 6 carreras que se ofertan en este plantel, de estos cursos se rescata la materia de Cálculo Diferencial, en primer semestre, la cual, según el plan de la materia:

...contribuye a desarrollar un pensamiento lógico-matemático al perfil del ingeniero y aporta las herramientas básicas para introducirse al estudio del cálculo y su aplicación, así como las bases para el modelado matemático. Además, proporciona herramientas que permiten modelar fenómenos de contexto (Tecnológico Nacional de México, 2016, p. 1).

Este plan de estudios menciona que el curso de Cálculo Diferencial tiene cinco temas siendo el primero de ellos el referente a desigualdades, y menciona que “El primer tema se inicia con un estudio sobre los números reales y sus propiedades básicas, así como la solución de problemas con desigualdades. Esto servirá de sustento para el estudio de las funciones de variable real” (Tecnológico Nacional de México, 2016, p. 1). Es decir, lo que establece el TecNM (2016) es acorde a lo afirmado por Cuevas (2014). Por lo que el problema que surge entonces es proporcionar una enseñanza acorde a lo establecido por el TecNM (2016) en sus planes de estudio. Por lo que los objetivos de la presente investigación son

Objetivo general.

- Identificar el tipo de registro semiótico en el que se desenvuelven mayormente los alumnos de nuevo ingreso al TecNM/ITCdJ.

Objetivos específicos.

- Identificar los errores más comunes que se presentan en la resolución de problemas de desigualdades entre los estudiantes de nuevo ingreso al TecNM/ITCdJ.
- Generar estrategias para subsanar las deficiencias en el manejo del lenguaje algebraico en los alumnos del TecNM/ITCdJ.

Además de que surgen las siguientes preguntas de investigación

1. ¿Cómo resuelven los alumnos problemas que impliquen un cambio de registro del discursivo al gráfico y/o algebraico?
2. ¿En qué tipo de registro se desenvuelven mayormente los alumnos?
3. ¿Qué tipos de problemas se debe elegir para desarrollar el interés de los alumnos y favorecer la adquisición de conocimientos matemáticos?

2. Elementos teóricos.

La teoría de situaciones didácticas de Guy Brousseau explica a través de la tripleta alumno-profesor-contenido el proceso de enseñanza de la matemática escolar a través de diversas situaciones, como la situación de acción, de formulación, de validación o de institucionalización, cada una con sus características y formas de llevarse a cabo (Salinas Muñoz, 2010). Además de que Brousseau (2000) remarca que la manera en la que se presente el conocimiento, en cualquiera que sea la modalidad de la situación debe ser tal que a partir de los distintos significados puede conllevar una situación en la cual los alumnos interioricen el contenido y lo relacionen con experiencias previas. Así también, hay dos etapas en las que los conocimientos sufren dos momentos importantes, el primero de ellos es la devolución, donde el estudiante asume la responsabilidad y toma el problema como suyo para poder llegar a una resolución, el siguiente es la validación en el cual el conocimiento creado por los estudiantes es puesto a prueba, se compara y se contrasta con el conocimiento científico para dar una sanción sobre dicho saber, i.e., se compara lo que hacen los alumnos con lo que la comunidad científica establece como correcto o adecuado y se acepta, se modifica o se rechaza según sea el caso (Salinas Muñoz, 2010).

De igual forma, para la presentación de estos contenidos es necesario que el docente conozca y tenga la habilidad de construir recursos de enseñanza aprendizaje, los cuales deben desarrollarse y tomar en cuenta que el aprendizaje es un proceso activo cuyo fin es la construcción de significados, los cuales serán permanentes en la medida que se interioricen a partir de experiencia de los alumnos, como resultado de las interacciones entre el conocimiento, el docente y el estudiante dentro del contexto sociocultural y temporal, de tal forma que esta labor sea un acto de intención-acción-reflexión por parte de todos los involucrados (Coll, 2001).

Todo lo anterior mencionado fue tomado como fundamento al momento de diseñar la secuencia didáctica.

Otra teoría de matemática educativa es la Teoría de Registros de Representación Semiótica de Duval, en la cual establece que existen cuatro tipos de registro semiótico: simbólico, gráfico, algebraico y discursivo, cada uno con sus características y cada uno con una manera de representar el mismo objeto matemático, empero las cuales no son relacionadas por los alumnos, debido a que, por ejemplo una ecuación de una recta de manera algebraica para ellos es un objeto totalmente disjunto, de la gráfica de una recta, o de la forma de presentarlo en un problema de variación lineal lo que correspondería al registro discursivo. Este tipo de acción de pasar de un registro a otro se denomina *Conversión*, mientras que el *Tratamiento* se refiere a todas las manipulaciones del objeto matemático sin cambiar de registro, como se presenta en la resolución algebraica de una ecuación lineal, en la cual, al despejar la incógnita para deducir su valor no implica el cambio a un registro gráfico o discursivo la mayoría de las veces. Por lo tanto, el mayor problema de los estudiantes se

ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS UTILIZADOS POR ALUMNOS DEL TECN: ITCDJ EN EL TEMA DE DESIGUALDADES

debe a la conversión de un registro ya que no consideran cada uno de los registros como diferentes caras de la misma moneda, sino como diferentes monedas simplemente (Duval, 2006).

En este proyecto se entenderá como registro simbólico a las operaciones aritméticas, al registro gráfico al uso de gráficas de los intervalos, discursivo al planteamiento del problema y a las explicaciones que puedan dar por escrito los estudiantes y algebraico al uso de operaciones algebraicas, además de los constructos teóricos de conversión y tratamiento como los define Duval (2006).

3. Material y métodos.

El diseño de la investigación es de tipo transversal ya que se centra en analizar el nivel de las variables en un momento específico (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). La población fue de 42 alumnos divididos en 2 grupos, uno con 17 estudiantes y el otro con 25, ambos de primer semestre de las carreras de Ingeniería Electromecánica (Grupo 1) e Ingeniería Mecatrónica (Grupo 2) alumnos de nuevo ingreso al TecNM/ITCdJ en agosto de 2017. Se dio un repaso de 4 horas reloj, sobre desigualdades, que son, para qué sirven, como se resuelven de manera algebraica y gráfica y porque se resuelven así, todo esto de manera magistral, posterior a los cual se aplicó una secuencia didáctica con el tema de desigualdades apoyada en la Teoría de Situaciones Didácticas de Guy Brousseau contextualizada con el tema de “Los Nogales”.

4. Diseño de la secuencia didáctica.

La secuencia fue contextualizada con la producción de un rancho nogalero, los cuales son característicos en Ciudad Jiménez, Chihuahua, usando los constructos teóricos de la importancia de la significatividad a los estudiantes y la relevancia con su contexto, la cual fue diseñada en el mes de Julio del 2017 en San Luis Potosí como trabajo de la estancia en el Verano de la Investigación Científica de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC). La secuencia tiene como objetivo identificar la habilidad de los alumnos al resolver problemas sobre inecuaciones, es decir, si los alumnos eran capaces de interpretar el problema adecuadamente para extraer los datos necesarios, convertirlo a un lenguaje algebraico y/o gráfico, así como identificar la o las operaciones que les ayudaban a resolver el problema. Para ello se plantearon dos momentos, con dos tareas cada uno. En total cuatro planteamientos a resolver presentados de manera discursiva solicitando a los alumnos que realizaran una *conversión* de registro de manera tal que pudieran dar respuesta al problema.

La resolución de la secuencia fue en la hora clase de cada grupo, donde tenían a lo más 60 minutos para completar las cuatro actividades de las que constaba la secuencia. Los estudiantes debían resolverlo de manera individual y fue permitido el uso de calculadora para resolver las operaciones necesarias, pero se les pidió que justificaran todos sus pasos y escribieran las operaciones que realizaron para poder seguir su razonamiento al momento de evaluar.

5. Resultados

La secuencia consta de dos momentos cada uno con dos tareas, que proporcionan cuatro problemas o situaciones que resolver. Los problemas planteados tenían más de un método de resolución, pero se esperaba que al haber tenido un repaso del tema de desigualdades en las clases anteriores los estudiantes trataran de resolverlos en su mayoría usando esta herramienta matemática. Cada tarea

se calificó en base 100, y al final se obtuvo una calificación final por cada estudiante con el promedio del puntaje de los cuatro problemas. Según la norma en el TecNM la mínima aprobatoria es 70.

En la primera actividad es necesario realizar una conversión de los límites del intervalo de grados Celsius a Fahrenheit. El total del grupo 1 resolvió el problema a través de una conversión directa de los límites sin incluir algún procedimiento que involucrará una desigualdad a resolver, mientras que en el grupo 2 sólo el 88% del grupo realizó esta misma acción, i.e., el 92.85% de la población no convirtió el registro discursivo del problema al registro algebraico para resolver una desigualdad, sino que se auxiliaron del registro simbólico (conversión directa de los límites con operaciones básicas) para llegar a un resultado. Se muestra un ejemplo de esta situación en la Figura 1.

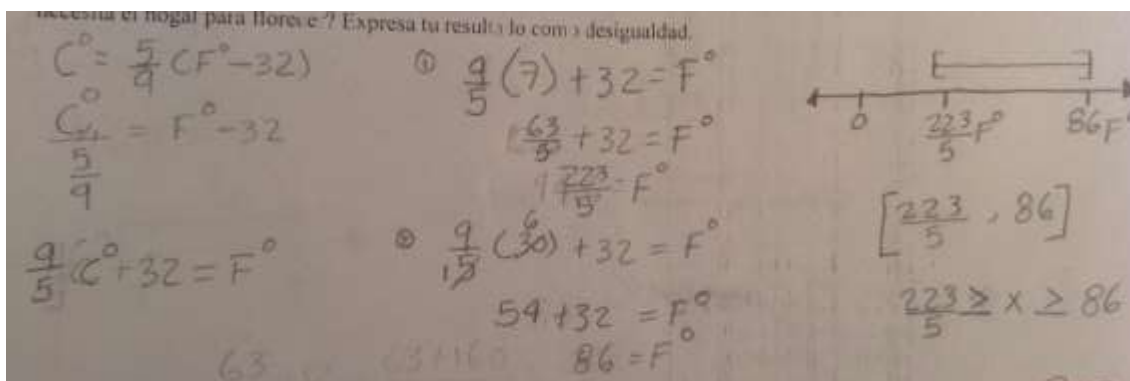


Figura 1. Ejemplo de resolución de un problema en registro simbólico (operaciones básicas) y la conversión a otros registros (gráfico y algebraico)
Autoría propia.

Ahora, la presentación de la respuesta usando el registro gráfico aun cuando este no fue el registro utilizado para obtener un resultado fue algo que el 82.35% de los alumnos del grupo 1 y el 76% del grupo 2 realizaron, es decir el 78.57% de los estudiantes en este problema lograron una conversión al registro gráfico. Además, el 41.11% de los estudiantes del grupo 1 fueron capaces de convertir su respuesta al registro algebraico además del gráfico, en el grupo 2 sólo el 24% de los estudiantes también logró este hecho.

La segunda tarea del momento uno implica determinar el número mínimo de viajes que debe realizar un campesino para llevar determinado número de costales de un lugar a otro teniendo como restricción cierto peso máximo que soporta la camioneta en la que se transporta. De este problema se obtuvieron los siguientes resultados: el 35.29% del grupo 1 y el 48% de los estudiantes del grupo 2 utilizaron un registro discursivo para resolver el problema acompañado en menor medida con el registro simbólico (operaciones básicas) y obtener una respuesta correcta a la situación planteada como se logra ver en la Figura 2.

**ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS UTILIZADOS POR ALUMNOS DEL TECNМ: ITCDJ
EN EL TEMA DE DESIGUALDADES**

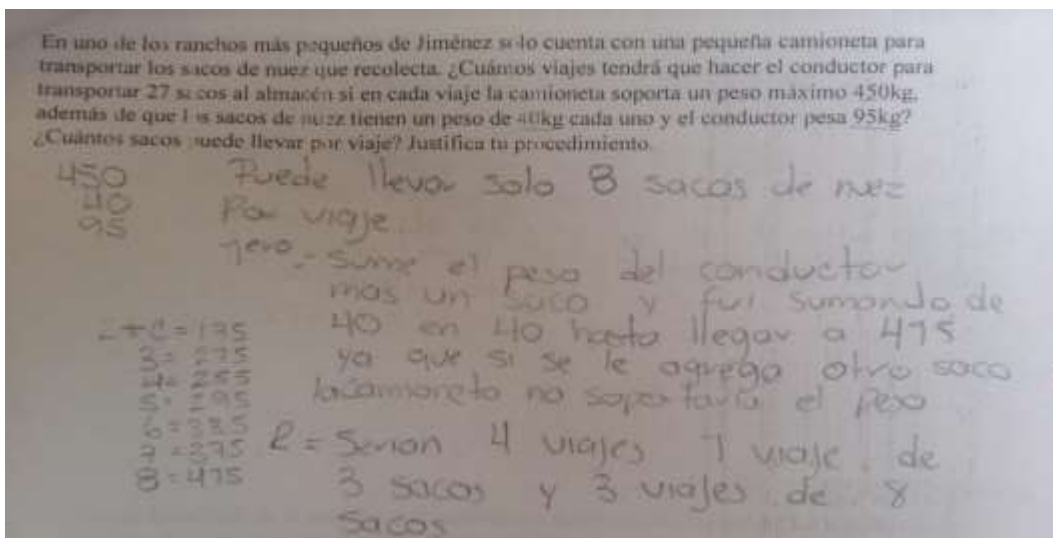


Figura 2 Ejemplo de resolución de problema usando el registro discursivo.
Autoría propia.

Además, el 17.64% de los estudiantes del primer grupo fueron capaces de convertir el registro discursivo presentado en la situación a un registro algebraico, en forma de desigualdad que diera respuesta a la problemática presentada. En el primer grupo se apoyaron con el registro simbólico (dibujos) para llegar a la resolución del problema el 11.76% de los estudiantes. En este mismo grupo, el 41.17% presentan errores de interpretación ya sea en la representación gráfica o simbólica (representación de intervalos) al responder que puede haber menos infinitos viajes, i.e., es decir en su respuesta consideran que es posible que hayan menos de cero viajes.

De igual forma, el 11.76% de los estudiantes de ese grupo presentaron una alternativa de solución que también era óptima para resolver el problema.

Como se muestra en la Figura 3.

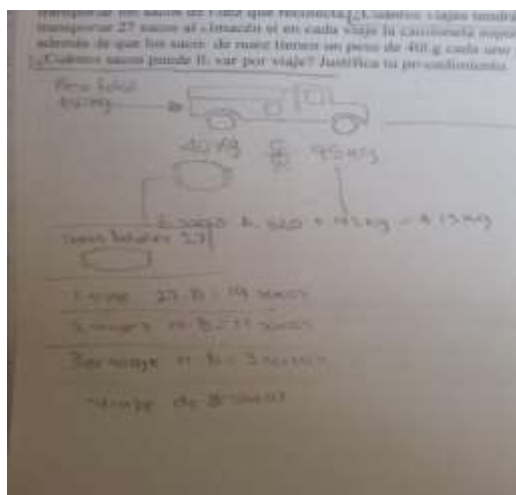


Figura 3. Ejemplo del uso del registro simbólico (dibujos) para la resolución del problema.
Autoría propia.

Ahora bien, el 41.17% y 40% del grupo 1 y 2, respectivamente fueron capaces de representar gráficamente el resultado obtenido usando otro registro distinto al algebraico, es decir, utilizaron el simbólico (operaciones básicas). Esto implica que el 40.47% de toda la población fue capaz de cambiar del registro simbólico al gráfico adecuadamente.

El tercer problema implicó calcular un promedio para obtener la medida mínima de una nuez para que la calidad de cierta muestra se mantuviera dentro de los estándares requeridos para su venta. Los principales resultados obtenidos en este problema se mencionan a continuación.

El 76.47% del grupo 1 no fue capaz de resolver el problema y dieron como respuesta el mismo intervalo que el problema proporciona como dato para empezar a resolverlo, es decir, sólo responden con datos directos del problema sin manipularlos o justificar el por qué ese intervalo queda igual tanto en el problema como en la solución. Esta situación se replica en el 20% de los estudiantes del grupo 2, de aquí se desprende que el 42.85% de todos los estudiantes no son capaces de justificar la respuesta o explicar la razón de que un dato que proporciona el problema sea la respuesta.

Otra situación que se presentó es que a partir del cálculo de ciertos promedios y porcentajes el 11.76% y 56% de los estudiantes de cada grupo respectivamente lograron calcular un intervalo dentro del correcto, es decir, proporcionan un subconjunto del conjunto que contiene la respuesta acertada. Es decir, el 38.09% de la población usó el registro simbólico (operaciones básicas) para aproximarse a una respuesta correcta.

Sólo el 8% de los alumnos del grupo 2, es decir, el 4.76% del total logró responder correctamente la problemática y se apoyaron del registro discursivo mayoritariamente con el uso del simbólico (operaciones básicas) para llegar a dicha conclusión.

La segunda tarea del segundo momento fue estimar el peso máximo de unos costales de nuez para no generar pérdidas económicas al momento de trasladarlos por avión. Los resultados más relevantes se presentan en seguida.

El 52.94% de los alumnos del grupo 1 convirtieron al registro gráfico su respuesta, la cual obtuvieron usando un registro diferente a este, en el grupo 2 el 48% de los estudiantes hicieron lo mismo, para llegar al 50% del total de los estudiantes.

Ahora bien, el 17.64% y el 20% de los alumnos de los grupos 1 y 2, respectivamente fueron capaces de plantear un método usando el registro algebraico a partir del registro discursivo utilizado para plantear el problema. En otras palabras, el 19.04% de los estudiantes utilizaron una conversión de registros para proponer una desigualdad que les ayudará a contestar el problema de manera algebraica.

En el grupo 1 sucedió, además, las siguientes tres observaciones, el 17.64% de los alumnos no lograron interpretar sus respuestas en el contexto del problema, ya que al expresar el resultado mencionan, de manera simbólica (con uso de intervalos), que las bolsas de nuez pueden llegar a pesar cualquier número real menor que cero, lo que nos llevaría a tener un costal con un peso negativo. Asimismo, el 23.52% de los estudiantes tienen errores al aplicar la ley de tricotomía expresada de manera algebraica, es decir no respetan el orden que llevan los números reales ya que en sus respuestas mencionaban que 5 era mayor o igual que 50 y que 1 es mayor o igual que 13, lo

ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS UTILIZADOS POR ALUMNOS DEL TECN: ITCDJ EN EL TEMA DE DESIGUALDADES

cual puede suponer una confusión entre el significado de los signos “mayor que” y “menor que” ($>$, $<$). El tercer acontecimiento es que 35.29% presentó problemas con la interpretación de lo que el problema pedía resolver, es decir, hubo conflicto desde el registro discursivo que estaba involucrado en el planteamiento del problema ya que daban respuestas a cuántos costales eran necesarios para trasladar cierta cantidad de nuez cuando lo que se preguntaba era el peso máximo de cada costal para que no generara pérdidas al momento de transportarlo en avión.

Finalmente, el promedio de las cuatro tareas de la secuencia es reprobatoria en ambos grupos, el grupo 1 alcanzó un puntaje de 66.04 mientras que el grupo 2 se quedó en 65.46. Se muestra una comparación de las calificaciones obtenidas en la Gráfica 1, donde en el eje horizontal se presenta las cuatro actividades que constituían la secuencia, donde M es de Momento y T de Tarea, el color azul es para el primer grupo y el naranja para el segundo. Además, se muestra las calificaciones grupales finales. Cabe recordar en el TecNM la mínima aprobatoria es 70.

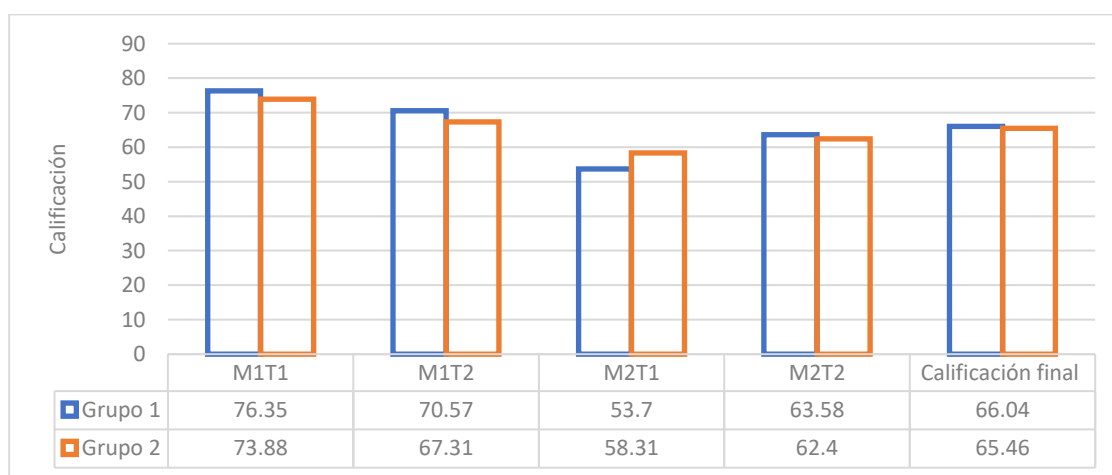


Figura 3: Comparación de calificaciones obtenidas en los grupos de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

6. Discusión.

La primera pregunta de investigación decía *¿Cómo resuelven los alumnos problemas que impliquen un cambio de registro del discursivo al gráfico y/o algebraico?*, la cual, al analizar los resultados y la experiencia de la implementación de la secuencia muestran que los alumnos resuelven los problemas que se presentaron en el registro que ellos se sentían más cómodos, siendo los más socorridos el simbólico (operaciones básicas) y el discursivo apoyado con el uso de operaciones básicas, para posteriormente, convertir la respuesta a un registro gráfico y/o algebraico. De acuerdo con la teoría de Duval (2006) esto, se debe a que algunos procesos son más fáciles en unos registros que en otros debido a la complejidad del tema y de la habilidad de los estudiantes para manejarse en ellos.

La segunda pregunta fue *¿En qué tipo de registro se desenvuelven mayormente los alumnos?* El cuál es el registro simbólico, debido al uso de operaciones básicas en la mayoría de la solución a los problemas, así también el registro discursivo fue usado en gran medida quedando como el segundo más usado. Se esperaba que al ser alumnos de nivel superior fueran capaces de plantear un sistema algebraico (inecuación) para resolverla, empero no fue así, fue muy poca la cantidad de estudiantes en general que logró cuando menos expresar su respuesta en términos algebraicos y aún más pocos

los que fueron capaces de convertir del registro discursivo al algebraico. Esto comparado con los resultados de Prada-Núñez (2017) indica que el registro en el que más se desenvuelvan los estudiantes es debido a la familiaridad que tienen con el registro pero remarca que eso no implica que lo dominen a la perfección, o lo conozcan a profundidad, ya que a pesar de ser problemas que permitían resolverse sin la necesidad de plantear una desigualdad de manera algebraica los resultados de la secuencia en los dos grupos no alcanzan la calificación mínima aprobatoria para el TecNM.

Y por último nos preguntamos *¿Qué tipos de problemas se debe elegir para desarrollar el interés de los alumnos y favorecer la adquisición de conocimientos matemáticos?* “Se distingue la existencia de diferencias marcadas en la construcción de conceptos, ello depende de si se trata de una perspectiva ligada a la vida cotidiana y de otra que elige como punto de vista el concepto matemático” (Prada-Núñez, 2017, p. 36). Por lo tanto se percibe una diferenciación entre la forma en la que se adquieran los conceptos matemáticos si se liga a experiencias o situaciones contextualizadas, como en este caso a los nogales, un árbol característico del lugar donde se realizó la investigación, a si sólo se hubiera presentado como una clase tradicional o sin mostrar aplicaciones o situaciones donde se puede utilizar una desigualdad para resolverla. Por lo tanto, se debe priorizar el uso de situaciones ligadas a la vida de los estudiantes para incentivar la adquisición de conocimientos matemáticos.

7. Conclusiones

Se presentan conclusiones derivadas de la aplicación de la secuencia y la consecución de los objetivos propuestos. Como objetivo general se tenía *Identificar la habilidad de los estudiantes de nuevo ingreso al TecNM/ITCdJ para resolver problemas de desigualdades de manera algebraica a través de una secuencia didáctica*, el cual se percató que los estudiantes no se desenvuelven en mayor medida en el registro algebraico, es decir, no se puede estimar su habilidad debido a que no podemos afirmar o negar que esto se debió a su falta de habilidades algebraicas o a su comodidad de manejarse en un registro simbólico, pero esto puede ocasionar dificultades durante el transcurso de su formación matemática ya que en la materia de cálculo es un registro muy usado, y ellos, al ser ingenieros en formación llevan más materias de cálculo (integral, vectorial, ecuaciones diferenciales) por lo que el uso de desigualdades de manera algebraica podría ayudar a un mejor entendimiento de este y otros temas de cálculo (Cuevas, 2014) necesarios para su formación como ingenieros.

Como objetivos específicos se tenían dos. El primero de ellos constaba en *Identificar los errores más comunes que se presentan en la resolución de problemas entre los estudiantes*, lo que se encontró fue que presentan confusión con la ley de tricotomía ya que en tres de las cuatro tareas se presentaron expresiones que carecen de sentido matemático, así como confusiones en la interpretación de su respuesta, esto nos lleva a pensar que se debe a la falta de reflexión y análisis de lo que está haciendo el alumno y sólo mecaniza su procedimiento sin llegar a interpretar los resultados que se obtienen dentro del contexto del problema.

Por último, se pretendía *Generar estrategias para subsanar las deficiencias en el manejo del lenguaje algebraico en los alumnos del TecNM/ITCdJ*, para ello se propone que en el curso propedéutico que se imparte durante dos semanas a los alumnos de nuevo ingreso además de que dedique algún tiempo al repaso del lenguaje algebraico, i.e., que sean capaces de convertir de un

ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS UTILIZADOS POR ALUMNOS DEL TECN: ITCDJ EN EL TEMA DE DESIGUALDADES

registro diferente al registro algebraico también, en medida de lo posible, sea más extenso las sesiones o la duración del mismo.

Otra posible medida sería un repaso breve durante las materias de cálculo de los contenidos imprescindibles para el desarrollo efectivo de la misma.

8. Referencias

- Barbosa, K. (2003). La enseñanza de inequaciones desde el punto de vista de la teoría APOE. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 6(3), 199-219.
- Bazzini, L. (1999). Disequazioni: il ruolo del segno. En J.Philippe & M. Laurel (Eds.), *Actes de Seminaires-SFIDA XII. VOL. III*, (pp. 7-12). Nice, France: IREM.
- Borello M. (2010). Un planteamiento de resignificación de las desigualdades a partir de las prácticas didácticas del profesor. Un enfoque socioepistemológico. Tesis de Doctorado no publicada, Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de http://www.matedu.cicata.ipn.mx/tesis/doctorado/borello_2010.pdf
- Brousseau, G. (2000), "Educación y didáctica de las matemáticas", Educación Matemática, México, Iberoamérica, 12(1), 5-38.
- Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje. En: C. Coll, J. Palacios, A. Marchesi (Comps.), *Desarrollo psicológico y educación. Psicología de la educación escolar* (pp. 157-188). Madrid: Alianza.
- Cuevas, C. A., Rodríguez, A., & González, O. (2014). Un acercamiento funcional a la resolución de desigualdades matemáticas. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 27, 235-243. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa
- Cuevas, C., & Pluvinage, F. (2003). Les projets d'action pratique, elements d'une ingeniere d'enseignement des mathematiques. *Annales de didactique et sciences cognitive*, Vol. 8. IREM Strasbourg. (273-292)
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational studies in mathematics*, 61(1-2), 103-131.
- Freudenthal. H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: Reidel. 1 Traducción de Luis Puig, publicada en *Fenomenología didáctica de las estructuras matemáticas*. Textos seleccionados. México: CINVESTAV, 2001.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Prada-Nuñez, R., Hernández-Suarez, C. y Jaimes, L. (2017). Representación semiótica de la noción de función: concepciones de los estudiantes que transitan del Colegio a la Universidad. *Panorama*, 11(20), 34-44.
- Robayna, M. M. S. (1999). Perspectivas de investigación en pensamiento algebraico. In *Actas del III SEIEM: Valladolid, 1999*(pp. 261-282). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- Salinas Muñoz, M. (2010). Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas. (Reseña) *Revista Q*, 3 (7), 4, julio - diciembre. Disponible en: <http://revistaq.upb.edu.co>

Tecnológico Nacional de México. (2015). Manual de Lineamientos Académico-Administrativos del Tecnológico Nacional de México. Obtenido de http://www.tecnm.mx/images/areas/docencia01/Libre_para_descarga/Manual_Lineamientos_TecNM_2015/Manual_de_Lineamientos_TecNM.pdf

Tecnológico Nacional de México. (2016). AC001 Cálculo Diferencial. 2018, de TecNM: ITCdJ. Disponible en: http://andromeda.itchiuhuahua.edu.mx/file.php/71/Plan_2010_nuevo/Asignaturas%20Comunes/AC001%20Calculo%20Diferencial.pdf