

**C252-17****ANÁLISIS DE REGISTROS SEMIÓTICOS EN ACTIVIDADES DE INGRESANTES  
A LA FACULTAD DE INGENIERÍA****Fabio Rubén PRIETO, Sonia Lidia VICENTE**

*Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de La Pampa - República Argentina  
Calle 9 esq. 110 - Tel : 02302-422780  
fabio@cpenet.com.ar - sonia@ing.unlpam.edu.ar*

**Nivel Educativo:** Educación Superior Universitaria.**Palabras Claves:** registros semióticos, articulación.**RESUMEN**

Considerando que en los últimos años han adquirido importancia investigaciones realizadas en el campo de la matemática educativa, las que apuntan a analizar el uso de los registros de representación semiótica por parte de los estudiantes, se ha fortalecido la postura de que cuando se incorporan en la enseñanza de la matemática actividades didácticas que favorecen la utilización y articulación entre diferentes registros, el aprendizaje de la misma se ve favorecido.

Aspirando a elevar el rendimiento académico obtenido por los alumnos, docentes de la cátedra de Análisis Matemático I, de la Facultad de Ingeniería de la U.N.L.Pam. venimos trabajando desde hace tiempo en la implementación de diferentes propuestas tratando de mejorar aspectos relacionados con la enseñanza aprendizaje de la Matemática.

En este trabajo presentamos una parte del análisis realizado a las producciones de los ingresantes, las cuales consisten en actividades que involucran diferentes registros semióticos para determinar si ellos son capaces de entender el concepto estudiado mediante su representación en diferentes registros, así como la habilidad de interactuar entre ellos. Estas actividades forman parte de dos evaluaciones implementadas, al comienzo y al final del dictado del curso extracurricular "Introducción a la Matemática", desarrollado en el transcurso del mes de febrero.

**INTRODUCCIÓN**

Con la intención de lograr mejorar el rendimiento académico de los ingresantes en vistas a afrontar el cursado de las primeras asignaturas del plan de estudio de las carreras dictadas en la Facultad de Ingeniería, y con el objeto de que desarrollen habilidades para: plantear y resolver situaciones problemáticas, operar algebraicamente, adquirir sentido de ubicación en el plano y en el eje real, se decidió la implementación del curso extracurricular "Introducción a la Matemática". Dicho curso está destinado a los aspirantes a ingresar a las carreras de que se dictan en dicha facultad: Ingeniería Electromecánica, Ingeniería en sistemas y Analista Programador en Computación y, con una carga de 80 horas reloj distribuidas a lo largo de 4 semanas, se desarrolló durante el mes de febrero.

El curso mencionado tiene por objeto "facilitar" la transición entre el nivel medio y la universidad brindando al estudiante la posibilidad de "reforzar" algunos conceptos que consideramos relevantes al momento de comenzar alguna de las carreras mencionadas. Los contenidos que se abordan se distribuyen en 6 unidades: Números Reales; Expresiones Algebraicas; Ecuaciones; Funciones y gráficas; Sistemas de Ecuaciones; Trigonometría.

En la búsqueda de material bibliográfico que nos sirva de sustento hemos encontrado que existen varias investigaciones relacionadas con esta problemática. Algunas citas de autores que investigan este tema, que tuvimos en cuenta son:

Duval (1993) "La comprensión (integradora) de un contenido conceptual reposa en la coordinación de al menos dos registros de representación, y esta coordinación se manifiesta por la rapidez y la espontaneidad de la actividad cognitiva de la conversión."

Vinner (1983), quien manifiesta la necesidad de promover con mayor profundidad la articulación de representaciones en apoyo al tratamiento gráfico.

Gatica "Se puede evidenciar que la mayoría de los alumnos no reconocen el mismo objeto a través de representaciones que son dadas en sistemas semióticos diferentes. En particular, el concepto de función admite una gran variedad de registros de representación, por lo que la comprensión integral de esta noción queda evidenciada en la coordinación de esos numerosos registros"

La enseñanza tradicional de temas de matemática, tal como manifiesta Artigue (1995), tiende a centrarse en una práctica algorítmica y algebraica basada en el estudio repetitivo y a evaluar sobre las competencias adquiridas en este dominio. También Contreras (2000) afirma que los profesores, al desarrollar un tema de matemática, nos enfrentamos a conceptos que por su propia naturaleza son problemáticos en sí mismo, lo que hace que adoptemos posturas algorítmicas más fáciles de gestionar y evaluar, dejando de lado los problemas característicos de dicha la asignatura.

El conocimiento matemático tiene características propias que hace que no sea posible el acceso a este conocimiento sin el recurso a una variedad de registros de representación, entre los cuales la lengua materna, no obstante ser el registro semiótico por excelencia, no es más que uno entre otros y, al igual que ellos, no es autosuficiente para movilizar conocimiento matemático. Se plantean dos preguntas que constituyen el núcleo del aprendizaje de las matemáticas: ¿Cómo se aprende a cambiar de registro? y ¿cómo se aprende a no confundir un objeto con la representación que se propone?. Muchas de las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas se originan en el desconocimiento que tienen los profesores sobre los fenómenos relativos a estas cuestiones.

Considerando que para lograr la apropiación de los objetos matemáticos es necesaria una buena articulación entre los distintos registros de representación, se trabajó en el diseño de actividades que involucren diferentes registros semióticos para determinar si los estudiantes son capaces de entender el concepto estudiado mediante su representación en los distintos registros, así como la habilidad de interactuar entre ellos.

Uno de los temas que nos pareció interesante analizar es la **noción de intervalos** así como su relación con el **concepto de distancia en la recta real** ya que lo creemos de importancia para nuestra asignatura puesto que está ligado a muchos otros temas de nuestra currícula como por ejemplo: el concepto de límite de funciones, continuidad, derivadas, integrales, desigualdades, crecimiento o decrecimiento de funciones, intervalos de positividad o negatividad, dominio, imagen. Es evidente que en la mayoría de los temas de Análisis Matemático I se encuentra presente la noción de intervalo o distancia.

## MARCO TEÓRICO

Investigaciones realizadas en los últimos años en el campo de la matemática educativa, específicamente la relativa al uso de los registros de representación semiótica, han fortalecido

la postura de que el aprendizaje de la matemática se ve favorecido cuando se incorporan en su enseñanza actividades didácticas que favorezcan la utilización y articulación entre diferentes registros.

Según Duval (1998), no es posible estudiar los fenómenos relativos al conocimiento sin recurrir a ello, compartiendo lo que afirma este autor, hemos considerado este trabajo como un ejemplo en el que puede ser factible analizar este aspecto y además estudiar los distintos tipos de registros que se aplican durante el desarrollo del tema. El mismo autor sostiene que "las representaciones semióticas son producciones constituidas por el empleo de signos que pertenecen a un sistema de representación, el cual tiene sus propios constreñimientos de significancia y de funcionamiento". Por ejemplo un enunciado en lenguaje coloquial, una fórmula algebraica y una representación gráfica son tres representaciones que pertenecen a sistemas semióticos diferentes.

"... Este recurso a varios registros parece una condición necesaria para que no se confunda a los objetos matemáticos con sus representaciones y para que también se les pueda reconocer en cada una de ellas. La coordinación de varios registros de representación semiótica aparece así como fundamental para una aprehensión conceptual de los objetos: es necesario que el objeto no sea confundido con sus representaciones y que se le reconozca en cada una de sus posibles representaciones, bajo estas condiciones una representación proporciona el acceso al objeto representado". Duval (1998).

También Gatica manifiesta que: "Se puede evidenciar que la mayoría de los alumnos no reconocen el mismo objeto a través de representaciones que son dadas en sistemas semióticos diferentes. En particular, el concepto de función admite una gran variedad de registros de representación, por lo que la comprensión integral de esta noción queda evidenciada en la coordinación de esos numerosos registros".

Contreras (2000) afirma que los profesores, al desarrollar un tema de Análisis, nos enfrentamos a conceptos que por su propia naturaleza son problemáticos en sí mismo, lo que hace que adoptemos posturas algorítmicas más fáciles de gestionar y evaluar, dejando de lado los problemas característicos de dicha asignatura.

El conocimiento matemático tiene características propias que hace que no sea posible el acceso a este conocimiento sin el recurso a una variedad de registros de representación, entre los cuales la lengua materna, no obstante ser el registro semiótico por excelencia, no es más que uno entre otros y, al igual que ellos, no es autosuficiente para movilizar conocimiento matemático. Se plantean dos preguntas que constituyen el núcleo del aprendizaje de las matemáticas: ¿Cómo se aprende a cambiar de registro? y ¿cómo se aprende a no confundir un objeto con la representación que se propone?. Muchas de las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas se originan en el desconocimiento que tienen los profesores sobre los fenómenos relativos a estas cuestiones.

El conocimiento conceptual es como el invariante de múltiples representaciones semióticas.

Duval (1998) afirma que para la aprehensión de un concepto matemático es necesario que el alumno sea capaz de interactuar entre diferentes registros de representación.

La noción de valor absoluto y su relación con el concepto de distancia en la recta real requiere que el alumno sea capaz de reconocer el objeto de estudio en sus múltiples representaciones así como adquirir capacidad para articular (interactuar) entre los mismos.

Los registros de representación involucrados en nuestro trabajo son:

**Registro verbal:** El lenguaje coloquial es el utilizado para representar situaciones que pueden ser modeladas en cualquiera de los otros registros.

En la evaluación diagnóstica se propuso a los alumnos : " Utilizar intervalos para indicar el conjunto de números reales tales que su distancia a tres sea menor que cinco" .

En la evaluación final se propuso a los alumnos : "Dado el siguiente conjunto, escribirlo utilizando la notación de intervalo y representarlo en la recta numérica: Todos los números reales cuya distancia a -1 sea tres "

**Registro analítico:** Se expresa analíticamente un concepto recurriendo a notaciones matemáticas adecuadas utilizando símbolos acordados. Se define intervalo como subconjunto de números reales, con todas las propiedades algebraicas y las relaciones de orden en  $\mathbb{R}$ .

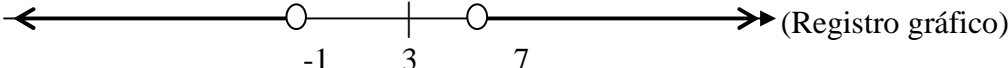
En ambas evaluaciones se espera que los estudiantes encuentren la expresión algebraica correspondiente al enunciado dado:  $|x - 3| < 5$  y que, operando correctamente en este registro, encuentren la solución correspondiente. En la evaluación final se propone "escribir el conjunto  $\{x : |x - 2| < 4\}$  utilizando notación de intervalos y representarlo en la recta numérica.

**Registro figural:** Implica el uso de esquemas o dibujos simplificados de una situación problemática. En ambas evaluaciones cuando se desea representar la cantidad de unidades hacia la izquierda o derecha de un punto en relación al concepto de distancia, usan arcos para indicar el desplazamiento necesario hasta llegar a los puntos (números) buscados.

**Registro gráfico:** Es la representación en el eje real incluyendo los convenios implícitos en la lectura de intervalos. Por ejemplo el uso de paréntesis ( ), corchetes [ ], o bien  $\circ$   $\bullet$  para diferenciar los intervalos abiertos de los cerrados.

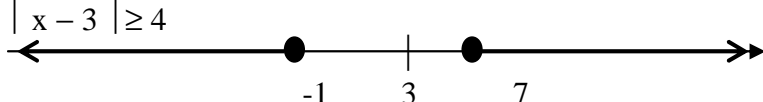
Mostramos en una actividad la diversidad de objetos y símbolos matemáticos ligados a estos conceptos:

"Encontrar el conjunto de números cuya distancia a 3 es mayor que 4" (Registro verbal)  
 $|x - 3| > 4$  (Registro analítico)


 (Registro gráfico)

$(-\infty, -1) \cup (7, \infty)$ , (Registro analítico)  
 o usando la notación conjuntista  $\{x : x \in \mathfrak{R} : -1 > x \vee x > 7\}$ ,

Pero si en lugar de pedir que la distancia sea "mayor que 4", pedimos que sea "mayor o igual que 4"  
 tenemos que distinguir de alguna manera que ahora el 4 está incluido, entonces usamos otros símbolos:

$|x - 3| \geq 4$ 


$(-\infty, -1] \cup [7, \infty)$ ,  
 o usando la notación conjuntista  $\{x : x \in \mathfrak{R} : -1 \geq x \vee x \geq 7\}$

Creemos que si se selecciona bien el registro de representación, las representaciones en él son suficientes para permitir la comprensión del contenido conceptual representado.

Estamos de acuerdo con Duval en el sentido de que "la comprensión (integradora) de un contenido conceptual reposa en la coordinación de al menos dos registros de representación, y esta coordinación se manifiesta por la rapidez y la espontaneidad de la actividad cognitiva de conversión".

Consideramos que, desarrollando adecuadamente el material instruccional y brindándole al estudiante la posibilidad de una apropiación significativa de los contenidos a través de estrategias de enseñanza - aprendizaje que se aproximen a las características habituales de la

Universidad, se logrará motivarlos para que, a través de un trabajo sistemático durante la cursada incrementen sus posibilidades de lograr un buen desempeño durante su carrera.

## OBJETIVOS

Nos propusimos alcanzar los siguientes objetivos:

- Analizar los distintos registros utilizados por los alumnos en la resolución de las actividades propuestas.
- Analizar si los estudiantes reconocen el objeto de estudio en diferentes registros de representación así como su habilidad para realizar la conversión entre los mismos.
- Determinar si los estudiantes manifiestan poseer habilidad para cambiar de registro en diferentes representaciones semióticas durante el desarrollo de estas actividades.
- Observar el desempeño de los alumnos al presentárseles el enunciado o la expresión (cómo analizan y/o leen, qué pasos siguen, qué tipo de registro utilizan).

## DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

El curso extracurricular se extiende hasta principios de marzo, y una vez finalizado el mismo, se comienzan a cursar las asignaturas correspondientes al primer cuatrimestre. Al comienzo del curso se realiza una evaluación diagnóstica y al finalizarlo una evaluación sumativa. Ambas evaluaciones constan de 8 ejercicios de temas variados relacionados con los abordados durante este curso extra curricular. A la primer evaluación asistieron 141 alumnos mientras que en la segunda lo hicieron 121 estudiantes. Un total de 111 estudiantes realizaron las dos evaluaciones.

Los ejercicios presentados en ambas instancias fueron seleccionados de tal manera que respondieran a los mismos conceptos matemáticos para que nos permitieran evaluar la evolución de los estudiantes en cuanto a los significados personales. Ambas evaluaciones fueron optativas, ya que el ingreso a las distintas carreras que se dictan en la Universidad es irrestricto y la asistencia al curso extracurricular no es obligatoria. Consideramos que quienes hubieran logrado un puntaje de 60/100 puntos en la segunda evaluación podrían considerarse en condiciones de ingresar con los mínimos conocimientos. Trabajando con este grupo de ingresantes vimos la necesidad de indagar sobre los objetos matemáticos puestos en juego, para aportar elementos de análisis que ayuden a superar la aparente transparencia de los procesos de abstracción y razonamiento presentes en toda actividad de enseñanza y aprendizaje con contenido matemático.

Ya que J. Godino considera al *significado sistémico de un objeto* como "una entidad compuesta de elementos y relativa a los contextos institucionales", comprender un concepto en circunstancias dadas implica la apropiación de los distintos elementos que componen los significados institucionales correspondientes.

Con los objetivos fijados, (al igual que años anteriores) se pretende que, con la realización de las actividades presentadas durante el dictado de este Curso Nivelatorio, los alumnos construyan y/o reconstruyan conceptos matemáticos básicos; que desarrollen habilidades que les permitan, desde el pensamiento matemático, enfrentar nuevas situaciones problemáticas buscando caminos alternativos para su resolución; que interpreten los resultados obtenidos y que analicen la factibilidad de los mismos dentro del contexto de la situación planteada, como así también detectar los conocimientos aritméticos, algebraicos y geométricos que ellos poseen.

En la tabla siguiente se muestran, discriminados por carrera, la cantidad de estudiantes que asistieron a las dos evaluaciones.

| Carreras                   | Hicieron el diagnóstico y la evaluación final |
|----------------------------|---|
| Ingeniería en sistemas     | 38  |
| Analista Programador       | 37  |
| Ingeniería Electromecánica | 36  |
| Total                      | 111   |

En este trabajo analizamos los distintos registros de un objeto matemático, en particular "*Intervalos, valor absoluto, noción de distancia y su representación en la recta real*", por un lado se analizaron las producciones de los estudiantes comparando los resultados obtenidos en ambas evaluaciones y también se seleccionó una muestra para analizar en profundidad los registros utilizados en la resolución del ejercicio referido al tema de estudio.

**En el diagnóstico** la consigna dada fue la siguiente: "*Utilizar intervalos para indicar el conjunto de números reales tales que su distancia a 3 sea menor que cinco*".

**En la evaluación sumativa** la consigna dada fue la siguiente: "*Dados los siguientes conjuntos, escribirlos utilizando la notación de intervalos y representarlos en la recta numérica*".

a)  $\{x: |x - 2| < 4\}$

b) *Todos los números reales cuya distancia a -1 sea 3*".

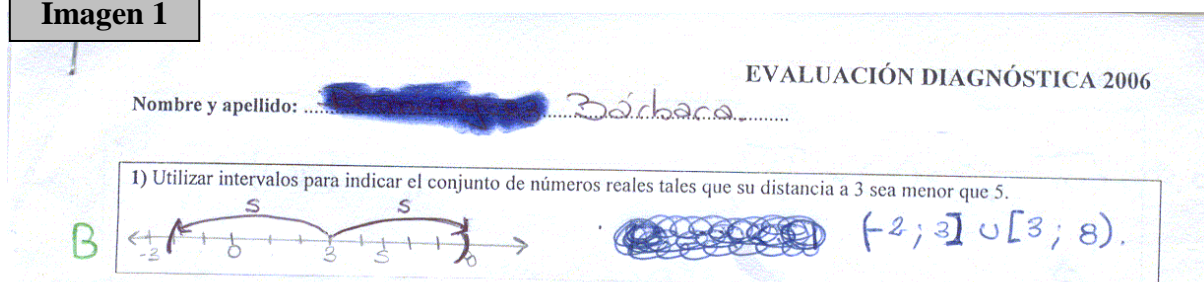
En la tabla siguiente se muestran los resultados de la resolución del ejercicio 1 de todos los estudiantes que participaron en las dos evaluaciones.

| Evaluación Diagnóstica | Evaluación Final    | Analista Programador | Ing. Sistemas | Ing. Electrom. | Total |
|------------------------|---------------------|----------------------|---------------|----------------|-------|
| Resolvió bien          | Resolvió bien       | 1                    | 2             | 1              | 4     |
| Resolvió bien          | Resolvió incompleto | 0                    | 2             | 3              | 5     |
| Resolvió bien          | Resolvió Mal o N/R  | 0                    | 11            | 0              | 11    |
| Resolvió mal o N/R     | Resolvió bien       | 5                    | 1             | 4              | 10    |
| Resolvió mal o N/R     | Resolvió incompleto | 13                   | 22            | 16             | 51    |
| Resolvió mal o N/R     | N/R o resolvió mal  | 18                   | 0             | 12             | 30    |
| <b>Total</b>           |                     | 37                   | 38            | 36             | 111   |

Del total de producciones, analizamos una muestra de quince alumnos (cinco por carrera) y de esos quince, elegimos los cinco estudiantes que presentamos.

En el caso de Bárbara (Imagen 1) ya en el diagnóstico utiliza el registro gráfico junto con el figural y el analítico, ubicando en el eje real los números involucrados en el enunciado. En lugar de expresar el conjunto solución como un único intervalo, lo hace utilizando unión de dos intervalos.

Imagen 1



En la evaluación final (Imagen 2) usa, en el ítem a), la notación conjuntista, pero coloca dentro de la llave un intervalo, justamente el que sería la respuesta. Analiza el ítem b) usando registro gráfico y figural, marca con puntos "lentos" los números que serían la solución, los indica al lado, pero al momento de escribir la respuesta toma todos los valores comprendidos entre ambos extremos, sin incluirlos.

**Imagen 2** 72 EVALUACIÓN (2006)

Nombre y apellido: [REDACTED] *Barbara Soledad* Carrera: *Ing. Electromecánica*

1) Dados los siguientes conjuntos escribirlos utilizando la notación de intervalos y representarlos en la recta numérica:

a)  $\{x : |x - 2| < 4\}$       b) todos los números reales cuya distancia a  $-1$  sea tres.

a)  $S: \{x \in \mathbb{R} \mid x \in (-2; 4)\}$

b)  $S: x \in (-4; 2)$

En el caso de Germán (Imagen 3) escribe directamente una respuesta (equivocada) usando el registro algebraico. No presenta ningún desarrollo ni recurre a la recta numérica para apoyarse en un registro gráfico ni hace desarrollo algebraico que le permita sospechar que esa respuesta no es la correcta.

**Imagen 3** EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA 2006

Nombre y apellido: *Germán* [REDACTED]

1) Utilizar intervalos para indicar el conjunto de números reales tales que su distancia a 3 sea menor que 5.

$\{x \mid x \in \mathbb{R} \cdot -1 < x < 7\}$

Mientras que en la evaluación final (Imagen 4) tanto en el ítem a) como en el b) hace desarrollos algebraicos bastante completos, recurriendo a los registros gráfico (recta numérica, usando paréntesis y sombreando la zona correcta) y figural (usa los paréntesis y con un arco marca la distancia y la indica como  $d = 4$  ó  $d = 3$ ) para dar ambas respuestas, mostrando una notable mejora en el manejo de los mismos, que no tenía antes del curso.

**Imagen 4**

1) a)  $\{x : |x - 2| < 4\}$

$|x - 2| < 4$

$-4 < x - 2 < 4$

$-4 + 2 < x < 4 + 2$   $\beta$

$-2 < x < 6$

b)  $|x + 1| = 3$   $\beta$

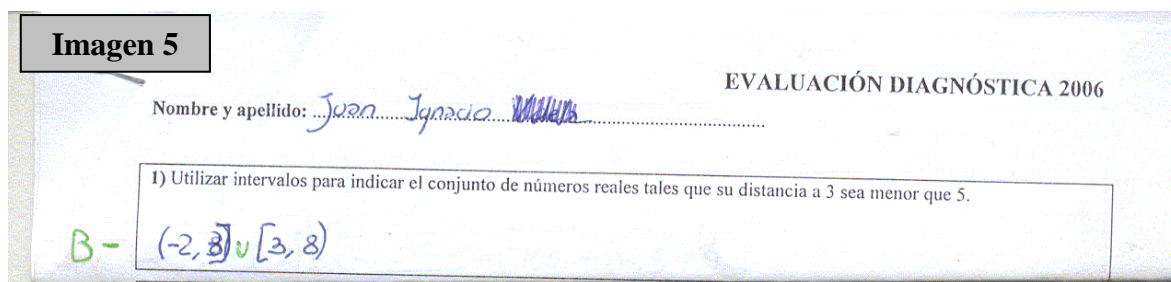
$x = 3 - 1$   $x = -3 + 1$

$x = 2$   $x = -4$

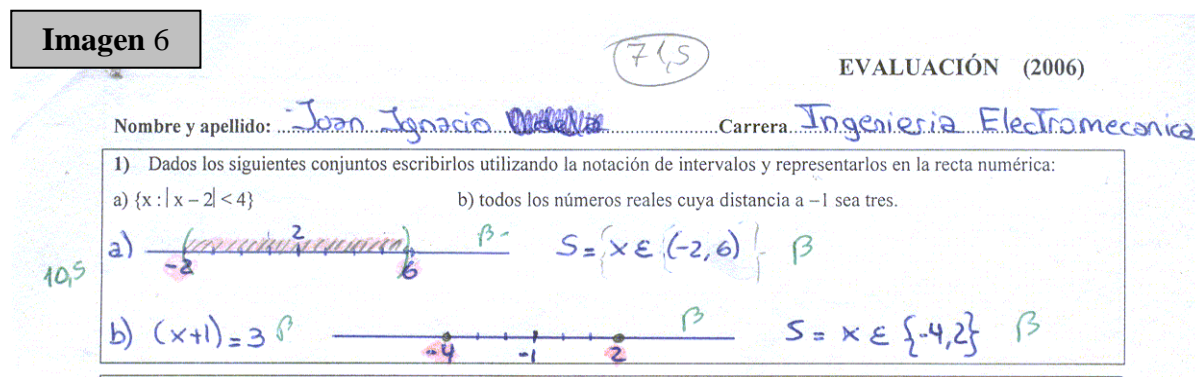
2) a)  $P(x) = x^3 - 4x$        $Q(x) = x^2 - 2x$

$(-\infty, -4] \cap [-4, 2] \cap (2, \infty)$

Juan Ignacio usa, en la evaluación diagnóstica (Imagen 5), solamente el registro analítico, eligiendo la expresión algebraica para dar la respuesta la cual expresa como unión de intervalos, no obstante incluir al número 3 en el mismo.



En la evaluación final (Imagen 6) ha incorporado el registro figural (usa paréntesis y sombrea el conjunto de puntos de la recta que sería la respuesta correcta), tanto como el gráfico para encontrar los conjuntos solicitados. Al dar la respuesta al ítem b) usa la notación conjuntista en lugar de usar la de intervalos, dando como respuesta los números correctos, marcándolos en la recta con puntos "llenos".



En tanto que Walter (Imagen 7) en la evaluación diagnóstica no hace ningún desarrollo, pero en la evaluación final (Imagen 8), a pesar de tener errores en la aplicación de la definición de módulo, hace un desarrollo algebraico (con algunos errores no resaltados en la corrección) llegando a la respuesta correcta en el ítem a). En el ítem b) formula bien, resuelve algebraicamente con algunos errores, gráficamente representa bien pero expresa en forma incorrecta la solución

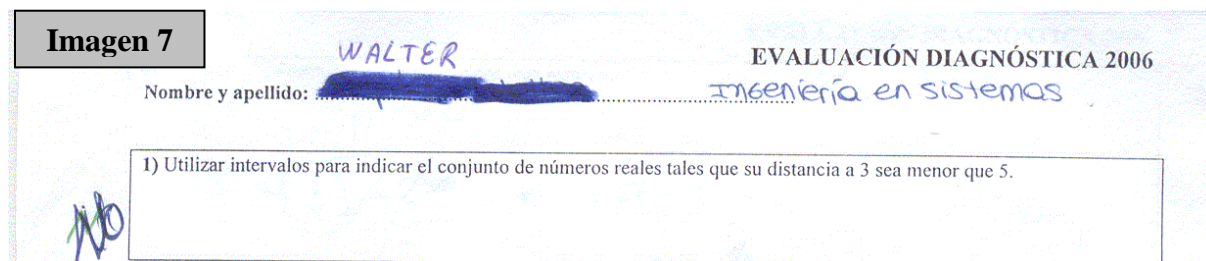
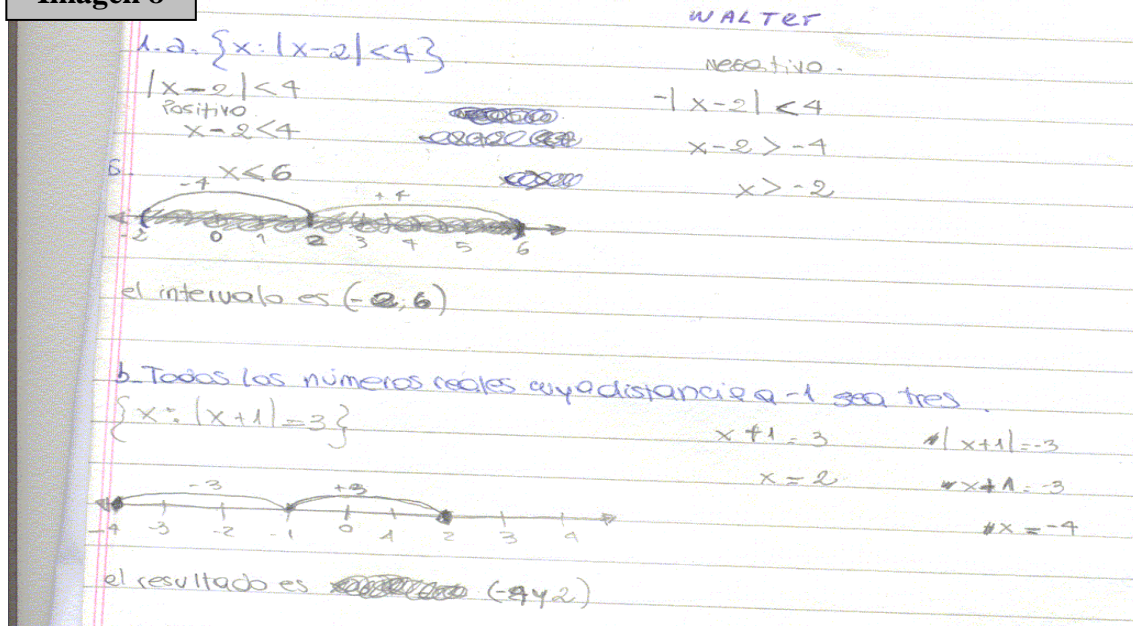




Imagen 8



Silvina pasa de usar un solo registro (el analítico, dando una respuesta equivocada) en la evaluación diagnóstica (Imagen 9) a la utilización de tres registros diferentes para encontrar la solución a ambos ítems: el registro gráfico, el figural y el analítico (Imagen 10).

Imagen 9

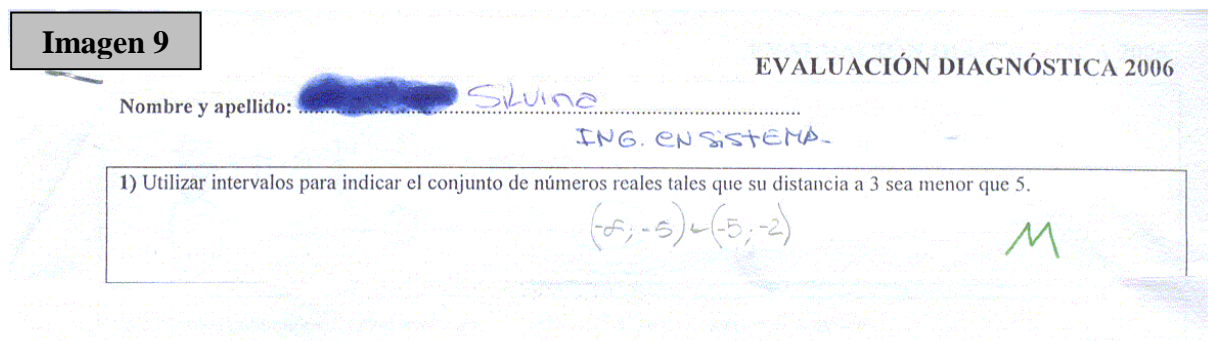
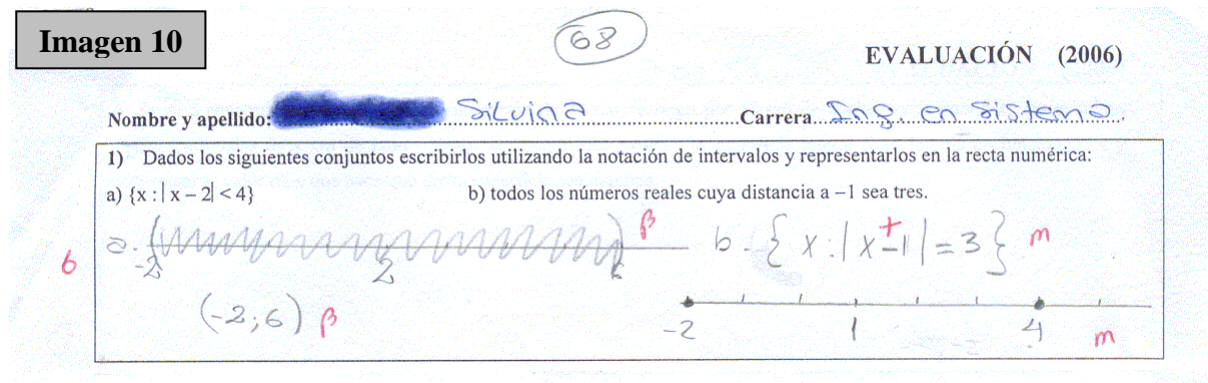


Imagen 10



CONCLUSIONES

Si bien el análisis presentado en este trabajo no agota la variedad de objetos elementales que constituyen todo el espectro de registros de representación que encierra este objeto

matemático en particular, nuestra intención fue intentar lograr un primer acercamiento a la teoría de los registros de representación propuesta por Duval.

Del análisis de los ejercicios propuestos en las dos evaluaciones, podemos observar que en la primer instancia la mayoría de los alumnos resuelven el problema haciendo uso casi exclusivamente de los registros verbal o figural, o al menos no quedó registrado en la evaluación cualquier cálculo o interacción con otros registros; también se observa que las respuestas son expresadas en un lenguaje pobre que carecen de rigurosidad matemática. En la segunda evaluación se observó una gran mejora tanto en la forma de expresar los resultados como también en la utilización de mayor cantidad de registros de representación utilizados en la resolución de los ejercicios así como la coordinación entre ellos. Es de destacar que el registro gráfico es uno de los más utilizados al momento de estudiar valor absoluto e intervalos.

Desde el punto de vista de la aprehensión del objeto matemático, y teniendo en cuenta los resultados anteriores, podemos decir que en general los alumnos lograron interactuar con diferentes registros de representación por lo que podemos suponer que (si los registros fueron bien seleccionados), han alcanzado un buen nivel de abstracción en el tema estudiado logrando así un aprendizaje integral del concepto.

Somos conscientes de que la preparación que los estudiantes poseen es insuficiente en este tipo de tareas y que la habilidad para interactuar entre diferentes registros no surge como una acción espontánea del sujeto, requieren aprendizaje, el cual se logra enfrentando a los alumnos a situaciones problemáticas que requieran de traslados entre las distintas representaciones semióticas que admite la noción matemática objeto del aprendizaje focalizado.

Por otra parte estamos convencidos de que debemos seguir investigando acerca de nuevas teorías, y trabajando arduamente en el aula para ponerlas en práctica, analizando y tratando de mejorar no sólo nuestra labor docente en pos del buen desempeño de los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARTIGUE, M.; DOUADY, L ; MORENO, LUIS. 1995. *Ingeniería didáctica en educación matemática*. (Grupo editorial Iberoamericana. Bogotá).
- CODINA SÁNCHEZ, A. *Experimentaciones en Educación matemática en los niveles Medio Superior y Universitario*.
- DOUADY, R. 1995. *La ingeniería didáctica y la evolución de su relación con el conocimiento*. (Grupo editorial Iberoamericana. Bogotá).
- DUVAL, R. 1998. *Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del conocimiento*. (Investigaciones en Matemática educativa. México).
- GATICA, N. TAUBER, L. RUIZ LÓPEZ, F. 1995. *Representación y comprensión del concepto de función*. (XV reunión Latinoamericana de matemática educativa. Buenos Aires).