



UNA TRAYECTORIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA ANALÍTICA EN UN LABORATORIO DE INFORMÁTICA. ANÁLISIS DE SU IDONEIDAD.

Autores: Anido, Mercedes; Có, Patricia; del Sastre, Mónica, Panella, Erica.

Institución: Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.

co@fceia.unr.edu.ar-delsas@fceia.unr.edu.ar-panella@fceia.unr.edu.ar

Nivel educativo: Universitario

Palabras Claves: Enseñanza- Idoneidad Didáctica- Herramientas computacionales

Resumen

Parte de la dificultad que tienen los alumnos para realizar las actividades que les permiten la interpretación de registros gráficos y su conversión a registros simbólicos tiene que ver con la presentación que comúnmente hacemos de los objetos geométricos de estudio: por definición (abstracta) o por representación gráfica en pizarra (estática, sin posibilidad alguna de manipulación concreta).

El desafío se plantea entonces en la búsqueda de estrategias de enseñanza que, utilizando las nuevas tecnologías, renueven los procesos de enseñanza y aprendizaje tradicionales, cuidando siempre que el uso de tales herramientas no llegue a comprometer toda la atención de los alumnos desplazando la propia reflexión matemática.

En este trabajo se describe un proceso de instrucción que utiliza la computadora como “medio” para la construcción de conceptos matemáticos en el aula y se efectúa el análisis de su *Idoneidad Didáctica*.

La noción de *Idoneidad Didáctica*, introducida por Godino y otros, constituye un criterio sistémico de pertinencia o adecuación de un proceso de instrucción al proyecto educativo y se hace operativa a través de seis criterios parciales de idoneidad, atendiendo a las dimensiones que caracterizan y condicionan los procesos de enseñanza y aprendizaje: *epistémico, cognitiva, mediacional, emocional, interaccional y ecológica*.

El análisis se realiza a través de un informe basado en los registros de observación del proceso de estudio y aspira a la valoración de cada una de las dimensiones mencionadas.

La finalidad de este trabajo es obtener datos para retroalimentar experiencias futuras tendientes a la mejora de los procesos en el aula.

Introducción:

Numerosas investigaciones dan cuenta de que existen diversos problemas vinculados con la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría; en particular nos interesa el tema relacionado con la visualización espacial de figuras geométricas tridimensionales.

Nos encontramos con alumnos que muestran concepciones geométricas deficientes (en especial las asociadas a la Geometría del espacio) unidas a un pobre manejo algebraico, que se traducen en verdaderos obstáculos no permitiéndoles la elaboración adecuada de conceptos propios de la asignatura.

A través de nuestra experiencia, podemos reconocer que estos alumnos presentan en su mayoría, dificultades al llevar a cabo actividades que les permitan la interpretación de las distintas representaciones, registros de representación, tratamientos y conversiones. Esto se pone fundamentalmente en evidencia en el momento en que tienen que modelizar figuras espaciales a partir de definiciones, o bien al intentar deducir propiedades a partir de representaciones gráficas dadas.

En el contexto de la enseñanza de la Matemática en el primer año de las carreras de Ingeniería, la tiza y el pizarrón son las herramientas didácticas más utilizadas por los docentes para el desarrollo de sus clases.



Debemos reconocer que en parte la dificultad que tienen los alumnos para realizar las actividades que les permiten la interpretación de registros gráficos y su posterior conversión a registros simbólicos tiene que ver con la presentación que comúnmente hacemos de los distintos objetos geométricos de estudio: por definición (abstracta) o por representación gráfica en pizarra (estática, sin posibilidad alguna de manipulación concreta).

En la actualidad las imágenes generadas por distintos software matemáticos hacen posible no sólo la visualización de figuras geométricas, sino su manipulación a través de cortes y rotaciones. Además posibilitan en instantes el cambio de un registro de representación a otro.

Teniendo en cuenta que el uso irreflexivo de este tipo de material manipulativo puede constituir un obstáculo para la apropiación efectiva del conocimiento matemático y el desarrollo del pensamiento abstracto puro, debemos fomentar constantemente en los alumnos la reflexión crítica sobre su utilización.

El desafío se plantea entonces en la búsqueda de estrategias de enseñanza que, utilizando las nuevas tecnologías, renueve los procesos de enseñanza y aprendizaje tradicionales, cuidando siempre que el uso de tales herramientas no llegue a comprometer toda la atención de los alumnos desplazando la propia reflexión matemática.

Se muestra en este trabajo el análisis de la *Idoneidad Didáctica* de un proceso de instrucción que utiliza la computadora como “medio” para la construcción de conceptos matemáticos en el aula. La finalidad es la de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de algunos contenidos específicos: ecuación general de 2º grado y superficies, correspondiente a la asignatura Algebra y Geometría Analítica I del primer año de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario.

Problema de investigación y Marco Teórico

¿Es idóneo un proceso de aprendizaje basado en la utilización adecuada de la computadora para la construcción de conocimientos?

En diversos trabajos Godino y colaboradores (Godino, Contreras y Font, 2006; Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi, 2007) han introducido la noción de *Idoneidad Didáctica* de un proceso de estudio matemático con la intención de orientar su análisis y valoración. La *Idoneidad didáctica* es el criterio sistémico de pertinencia o adecuación de un proceso de instrucción al proyecto educativo, cuyo principal indicador empírico puede ser la adaptación entre los significados personales logrado por los estudiantes y los significados institucionales pretendidos / implementados (Godino, Batanero y Font, 2006; Godino, Wilhemi y Bencomo, 2005).

Para hacer operativa esta definición se introducen seis criterios parciales de idoneidad atendiendo a las siguientes dimensiones que caracterizan y condicionan los procesos de enseñanza y aprendizaje: *epistémica* (relativa a los significados institucionales), *cognitiva* (relativa a los significados personales), *mediacional* (relativa a los recursos tecnológicos y temporales), *emocional* (relativa a las actitudes, afectos y emociones), *interaccional* (interacciones docentes- discentes) y *ecológica* (relaciones intra e interdisciplinares y sociales).

Estas dimensiones de análisis y sus descriptores nos ayudan a estructurar y ampliar nuestro problema de investigación a través de nuevas preguntas:



¿Es posible, en el nivel universitario, diseñar y desarrollar una metodología innovadora de forma tal que se facilite la adecuación entre el significado implementado y el significado de referencia? (*Idoneidad epistémica*).

¿Es posible utilizar la computadora como herramienta cognitiva? (*Idoneidad cognitiva*).

¿Tiene la Institución Universitaria el grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje. (*Idoneidad mediacional*).

¿Qué grado de implicación, interés y motivación de los estudiantes se puede alcanzar? (*Idoneidad emocional*).

¿Qué grado de adaptación curricular, socio-profesional y conexiones intra e interdisciplinaria se puede conseguir con una metodología que implica una enseñanza donde el eje de las clases es el problema en el área disciplinar de interés? (*Idoneidad ecológica*).

Metodología

Descripción del proceso de estudio observado

Se trató de una investigación cualitativa llevada a cabo con técnicas de observación no participante, en el contexto del aula de Informática, en la asignatura Álgebra y Geometría Analítica I. El tiempo destinado fue de una observación semanal de 2 hs. de duración, durante cuatro semanas. El tamaño de la población observada en registro narrativo: 50 alumnos y en registro auditivo: 2 alumnos, en interacción con el docente y una computadora. Los instrumentos de recolección y registro de la información estuvieron constituidos por: notas de campo (descriptivas, textuales y aproximativas), registros anecdóticos, grabaciones magnetofónicas y grabaciones del trabajo realizado por los alumnos en disquete.

Las clases en el aula de Informática se desarrollaron a través de las siguientes actividades:

Actividad 1: Introducción al Maple

Se buscó familiarizar a los alumnos con el manejo básico del software a través de ejemplos que ponen en evidencia los aspectos a tener en cuenta para comenzar a trabajar con el mismo. Se detalló la sintaxis de los principales comandos a utilizar durante el proceso de instrucción, teniendo en cuenta la asignación de nombre a funciones o variables, la utilización de paquetes de comandos y funciones específicas, etc. Se mostraron ejemplos de gráficas en el plano y en el espacio que produjeron un fuerte impacto visual en los estudiantes con la finalidad de motivarlos a “jugar” con las distintas opciones gráficas que brinda el programa.

Actividad 2: Secciones Cónicas

Se presentó una serie de ecuaciones de segundo grado en las variables x e y (incluyendo ecuaciones con términos rectangulares, que representan cónicas degeneradas o ningún lugar geométrico) y se pidió a los alumnos una posible “clasificación” de las mismas a través de la asociación y el análisis de similitudes y diferencias entre los coeficiente de las ecuaciones y las gráficas que éstas producen en la pantalla de la computadora.

Actividad 3: Estudio de la ecuación general de segundo grado



Se estudió la ecuación general de 2° grado con término rectangular no nulo, explicando la forma de encontrar el ángulo de rotación. Se presentaron los comandos que facilitan los tediosos cálculos que requiere este proceso, pidiendo a los alumnos analizar la forma en que opera el software para producir las gráficas de la ecuación original dada y de la ecuación reducida que devuelve.

Actividad 4: Superficies y curvas en el espacio

Se propuso a los alumnos obtener gráficas de superficies dadas por sus ecuaciones en forma explícita o implícita, con la finalidad de, aprovechando la potencia visual del software, analizar las propiedades de las mismas: simetrías, intersecciones con los ejes, con los planos coordenados, con los planos paralelos a los coordenados, si se trata de superficies de revolución, hallar su eje y su directriz, etc.

Análisis didáctico del proceso de estudio

Significados de referencia de los criterios o indicadores

Idoneidad epistémica: *Grado de representatividad de los significados institucionales implementados, respecto del significado de referencia.*

Idoneidad cognitiva: *Grado en que los significados (pretendidos) están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los significados personales logrados a los significados pretendidos / implementados.*

Idoneidad mediacional: *Grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.*

Idoneidad emocional: *Grado de implicación, interés y motivación de los estudiantes.*

Idoneidad interaccional: *Grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado y favorecen la autonomía en el aprendizaje.*

Idoneidad ecológica: *Grado de adaptación curricular, socio-profesional y conexiones intra e interdisciplinarias.*

Realizamos el análisis didáctico del proceso de estudio a través de un informe basado en los registros de observación, elaborado por la Especialista en Educación Lic. Laura Medina:

Con respecto al modo de apropiación de los contenidos por parte de los alumnos, es posible distinguir, a los fines del análisis, tres momentos estrechamente vinculados entre sí:

- Primer momento: la curiosidad que suscita el uso de la PC, el impacto visual que provocan las imágenes del programa actúan, en principio, como fuente de motivación para los alumnos; quienes comienzan, mediante la manipulación y exploración de las funciones del ordenador, a familiarizarse tanto con los contenidos procedimentales necesarios para el correcto uso del MAPLE, como con los contenidos procedimentales y conceptuales de la materia. En este momento predominan las situaciones adidácticas de acción (Brousseau, 1989), donde los alumnos interactúan con la computadora, y mediante un modelo teórico implícito traducido en el uso de nociones matemáticas proceden a la resolución del problema.

- Segundo momento: tiene lugar a partir del diálogo, la discusión y el intercambio de información entre ambos alumnos, con intervenciones ocasionales de las docentes y de compañeros de otros grupos. Predominan las



situaciones adidácticas de formulación, en donde la resolución del problema está expresada a través de nociones paramatemáticas que dan cuenta del grado de apropiación de los contenidos conceptuales por parte de cada alumno. Aquí tienen lugar los primeros intentos por explicitar y analizar el uso de las estrategias que emplean mientras buscan la solución, así como también comienzan a interpretar, identificar y definir lo que observan en la pantalla, es decir, las respuestas que les devuelve la computadora.

- Tercer momento: pueden distinguirse situaciones adidácticas de validación a medida que transcurren las clases de Laboratorio, y los alumnos, en base a la institucionalización hecha por las docentes (esto incluye a las denominadas clases “teóricas”) utilizan nociones matemáticas no sólo para demostrar y definir los conceptos sino que, a nivel procedimental, les permite realizar hipótesis acerca de los resultados posibles y, en consecuencia, obtener la estrategia “óptima” de resolución.

La aparición de un nuevo conocimiento, o de alguna respuesta “inesperada” por parte de la PC, provoca un conflicto cognitivo en los alumnos, conflicto que no puede ser resuelto mediante estrategias del tipo “ensayo-error” debido a la **función conceptualizadora del diálogo**, que obliga a los alumnos a analizar y reflexionar sobre sus acciones, para poder argumentar con racionalidad la pertinencia de sus decisiones en la solución dada al problema.

Otro rasgo a destacar en el proceso de aprendizaje es que la modalidad de trabajo adoptada (donde el énfasis está puesto en la exploración, la experimentación, la investigación, antes que en la “respuesta correcta”) les permite a los alumnos utilizar al **error** no ya como sinónimo de “fracaso” sino como otro punto de partida para nuevas problematizaciones y reflexiones, donde las posibilidades y consecuencias muchas veces son desconocidas hasta para las propias docentes.

Si centramos nuestra mirada en el **rol docente**, éste aparece como fundamental en el proceso de apropiación de los conocimientos por parte de los alumnos. De los datos obtenidos podemos deducir que la intervención de las docentes tiende principalmente a la provocación del conflicto cognitivo en los alumnos, mediante la problematización de los contenidos presentados. Para ello, se basan en el uso del interrogatorio didáctico, la pregunta y repregunta, el cuestionamiento de las estrategias de los alumnos, la contradicción y la duda, con el fin de lograr el análisis y la reflexión por parte de los mismos. Resulta interesante observar la alternancia de situaciones didácticas (Brousseau, 1989) en las que las docentes conceptualizan lo trabajado por los alumnos (instancia de institucionalización) con el desarrollo de situaciones adidácticas; en donde se evidencia la tensión producida por la demanda de los alumnos para obtener respuestas puntuales y la no-intervención deliberada de las profesoras.

La disposición de los educandos en pequeños grupos facilita no sólo el diálogo entre integrantes de un mismo equipo, sino que además propicia un clima áulico distendido que favorece la realización de la tarea. La restricción que presenta esta modalidad didáctica, de acuerdo a lo analizado, radica en la dificultad que enfrentaron las profesoras en la atención simultánea de múltiples grupos con necesidades y ritmos de



aprendizaje diferentes, situación que en varias ocasiones limitó (debido a cuestiones físicas y horarias) la posibilidad de intervención docente al mínimo.

En lo que hace, específicamente, a la **interacción de los alumnos con la computadora**, puede evidenciarse la importancia de los contenidos procedimentales relacionados con el manejo y la comprensión del programa, en tanto se manifiestan como la base para la apropiación de los contenidos conceptuales y parecen cumplir una función destacada en la asimilación y desarrollo de otras habilidades inherentes a la actividad matemática. En lo que hace a lo observado, merecen mencionarse: procedimientos de tipo conceptual (definir, demostrar, identificar, comparar); procedimientos traductores (interpretar); procedimientos operativos (calcular, graficar, aproximar, optimizar); y procedimientos heurísticos y metacognitivos (resolver).

Los alumnos incluyen, entre sus estrategias de resolución de problemas, diversos “juegos de cuadros” (Douady, 1995) al utilizar los recursos tanto gráficos como algebraicos y numéricos que presenta el software MAPLE.

En este sentido, las posibilidades gráficas y visuales de dicho programa tienen una apreciable influencia en las formas de aprender de los educandos al cumplir diferentes funciones:

- función motivadora: mediante el impacto y la riqueza de las imágenes (color, volumen, animación, etc.);
- función problematizadora: al permitir la creación de nuevas figuras y relaciones espaciales, abriendo paso a numerosas experimentaciones e interrogantes;
- función orientadora: como vía de familiarización con los diversos objetos matemáticos, a través de la identificación, comparación, interpretación, aproximación y comprensión por analogía de sus representaciones.

Dentro de la investigación realizada, resulta necesario señalar que los alumnos no se limitan al uso de la PC como única herramienta presente en el medio, sino que utilizan otros dispositivos (podríamos decir “tradicionales”) en la consecución de la tarea, tanto como para complementar las estrategias de resolución brindadas por la máquina, como para verificar o corregir los datos e informaciones que la misma les suministra. Al valerse también de otros instrumentos (calculadora, lápiz y papel, apuntes tomados en clase, textos de teoría) ponen en circulación sus saberes previos, integrándolos de esta manera a la totalidad de los conocimientos y habilidades adquiridos.

Puede verse en lo anteriormente escrito una estrecha relación con el rol asignado a la computadora, ya sea a nivel de los alumnos o de las docentes, en el sentido de que se tiende, de forma explícita, hacia un uso racional y crítico de la misma, reflexionando continuamente acerca de sus alcances y limitaciones, ventajas y desventajas; lo cual puede ser señalado en el progresivo “aprovechamiento” de esta herramienta durante el transcurso de los laboratorios.



Análisis del proceso:

Como se evidencia en los primeros párrafos del informe transcripto más arriba, las situaciones problema seleccionadas e implementadas por las docentes resultan una muestra representativa y articulada de situaciones de contextualización, ejercitación y aplicación respecto del significado de referencia (declarado en los apuntes de la cátedra). La amplia variedad de situaciones presentadas, la alternancia de situaciones didácticas problematizadoras para los alumnos y la aparición de situaciones adidácticas, promovieron momentos de argumentación, validación e institucionalización que generaron permanentemente la negociación de *elementos regulativos*: definiciones, proposiciones y procedimientos (Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi, 2007). Las profesoras articularon todos estos elementos mediante eficaces y adecuados recursos *lingüísticos, argumentativos, gestuales*, etc. En las intervenciones docentes, el lenguaje utilizado fue adecuado a los destinatarios y siempre orientado a la provocación de interpretaciones, reflexión y cuestionamientos críticos por parte de los alumnos.

Se advierte además, la presencia de momentos de apropiación del problema por parte de los alumnos teniendo ocasión de formular o reformular y plantear cuestiones relacionadas, en definitiva, de asumir los problemas como propios.

Creemos, en consecuencia, que la ***Idoneidad epistémica*** del proceso de estudio es positiva ya que los elementos conceptuales, proposicionales y procedimentales están contextualizados mediante las situaciones, explicados y justificados con argumentos pertinentes y todos estos elementos soportados mediante recursos expresivos eficaces.

Coincidimos con Godino y otros (Godino, Bencomo, Font y Wilhelmi, 2007), en que para evaluar la ***Idoneidad cognitiva*** de un proceso de instrucción en términos de proximidad de la zona de desarrollo potencial del alumno es necesario hacer un seguimiento detallado de los estudiantes (test, entrevistas, evaluaciones orales y escritas, etc.) para conocer sus significados previos y determinar si las explicaciones dadas por el profesor fueron efectivas. En este sentido reconocemos que existe un déficit en nuestra experiencia porque este seguimiento no fue hecho previamente aunque podemos asegurar, a partir de los registros verbales y escritos, que “... *al valerse también de otros instrumentos (calculadora, lápiz y papel, apuntes tomados en clase, textos de teoría) pusieron en circulación sus saberes previos ...*”. Sin duda, la valoración y pertinencia de tales saberes deberá ser tenida en cuenta para retroalimentar una futura experiencia de este tipo.

Tampoco se realizaron evaluaciones “formales” y/o “tradicionales” de los conocimientos/competencias anhelados, pero los diversos registros recabados en esta experiencia, permitieron la evaluación durante todo el proceso de instrucción, del grupo y de cada alumno en particular.

En esta experiencia, tanto las profesoras como los alumnos tuvieron a su disposición medios informáticos pertinentes al estudio del tema en cuestión y el alcance de estos medios materiales se encontró adaptado a los significados pretendidos. Tanto el número de estudiantes y su agrupamiento, de a dos o tres por computadora, fue adecuado para el desarrollo del proceso instruccional pretendido. Pensamos que estos hechos hacen que la ***Idoneidad mediacional*** se vea afectada positivamente con respecto al trabajo tradicional basado exclusivamente



en la pizarra, lápiz y papel. No se tuvo en cuenta el tiempo no presencial del trabajo individual de los alumnos, lo que podría preverse en un futuro diseño y planificación de actividades.

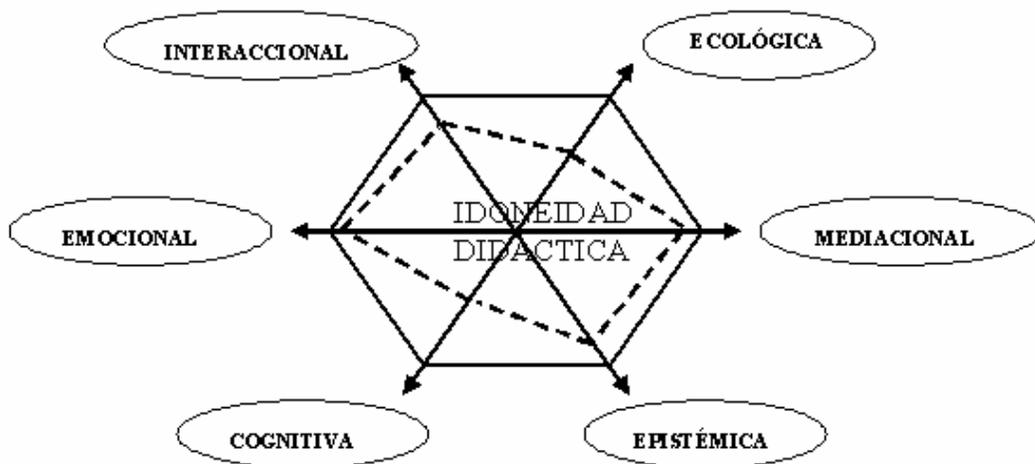
El informe transcrito sugiere además que este proceso cuenta con un alto grado de *Idoneidad emocional*, tal vez el más alto de todas las idoneidades analizadas, ya que la situación propuesta originó una gran participación y motivación de los alumnos. Se evidencia la creación de un “clima” de respecto mutuo entre docentes y alumnos y entre alumnos del mismo o de distintos grupos de trabajo, como así también un ambiente de trabajo cooperativo.

Del análisis detallado de los conocimientos puestos en juego, surge que el profesor cumple un papel esencial en los distintos momentos del proceso de estudio ayudando a que la actividad no quede paralizada frente a los conflictos de significado y a que los conocimientos adquieran el nivel pretendido. Sostenemos que este tipo de propuestas didácticas, con utilización de herramientas informáticas, ayuda a crear un contexto rico para propiciar un ambiente de diálogo entre grupos de alumnos y entre docente y alumnos, con el propósito de realizar tareas específicas que ponen en juego los conocimientos matemáticos pretendidos, cuestiones que evidencian una *Idoneidad interaccional* positiva.

Por último, si se considera que por ser ésta una propuesta innovadora podría no adaptarse completamente al proyecto educativo de la Institución, deberíamos dar escaso valor a la *Idoneidad ecológica*. Sin embargo estamos convencidas de que la incorporación de nuevas tecnologías en la formación inicial de los estudiantes ayuda a establecer conexiones con contenidos intra e interdisciplinares favoreciendo su formación socio-profesional, lo que contribuye a elevar el valor esta idoneidad.

Valoración de la Idoneidad Didáctica

En base a las apreciaciones realizadas, intentamos representar gráficamente estos resultados a través del hexágono no regular interior dibujado en línea punteada en el siguiente esquema, donde se muestran las componentes de la idoneidad didáctica:





Reflexiones finales:

Considerando a la *Idoneidad Didáctica* como un criterio sistémico de pertinencia o adecuación de un proceso de instrucción al proceso educativo que busca orientar su análisis y valoración y; del análisis de sus componentes y descriptores, pensamos que hemos logrado una mejor comprensión del proceso estudiado, posibilitando su comparación y valoración en relación a procesos similares realizados en el pasado y favoreciendo su retroalimentación en el futuro, delineando falencias y exigencias que deberemos priorizar en nuevas experiencias. De este análisis surge un indicador empírico que busca en última instancia evaluar la adaptación de los significados personales logrados por los alumnos y los significados institucionales pretendidos. Este indicador nos alienta en cuanto a la incorporación del proceso “innovador” de instrucción al proyecto educativo institucional, de modo que utilice a la computadora como herramienta cognitiva en forma habitual.

Creemos que para que este tipo de recursos desempeñen un papel en el aprendizaje es necesario que los docentes formulemos propuestas que inciten tanto a la acción como a la reflexión matemática. La utilización de estos materiales permite el planteamiento de problemas significativos para los estudiantes y resultan una invitación a poner en juego conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Es claro que el grado de aptitud de un recurso informático dependerá de la aplicación que los docentes hagan del mismo.

Referencias Bibliográficas

- Brousseau , G.(1989): *Fundamentos de Didáctica de las Matemáticas*. Universidad Zaragoza. España.
- Bruner, J. (1980) *Investigación sobre el desarrollo cognitivo*. Pablo del Río Editor: Madrid. España.
- Douady,R. (1995) *La ingeniería Didáctica y la Evolución de su Relación con el Conocimiento*. En – Artigue, M., Douady, R., Moreno, I. y Gómez, P. (1995): *Ingeniería Didáctica en Educación Matemática*. Grupo editorial Iberoamericano. Bogotá. Colombia. 34 – 56; 61 – 97.
- Duval, R.(1998). *Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée*. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. IREM. Estrasburgo, Francia.
- Godino, J. D., Wilhelmi, M. R. and Bencomo, D. (2005). Suitability criteria of a mathematical instruction process. A teaching experience of the function notion. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, 4.2: 1–26.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2006). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada*.
- Godino, J. D., Contreras, A. y Font, V. (2006). Análisis de procesos de instrucción basado en el enfoque ontológico-semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactiques des Mathematiques*, 26 (1): 39-88.
- Godino, J.; Recio, M.; Roa, R.; Ruiz, F.; Pareja, J. (2006). Criterio de diseño y evaluación de situaciones didácticas basadas en el uso y medios informáticos para el estudio de las matemáticas. *Revista Número n° 64*.
- Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (2007). Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas. *Paradigma*, Volumen XXVII, N° 2: 221-252.