ARTÍCULOS
DE
INVESTIGACIÓN

Educación Matématica
Vol. 11 No. 1 Abril 1999
pp. 46-56

Evaluación de tipos de problemas en derivación

Fecha de recepción : Julio, 1997

Álvaro Poblete Letelier y Verónica Díaz
Universidad de los Lagos, Departamento de Ciencias Exactas
Casilla 933 Osorno, Chile
apoblete@vlagos.cl

RESUMEN: *Este artículo presenta la propuesta de una medición que contempla tipos de problemas matemáticos para proveer medidas de habilidad de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos rutinarios y tambien de problemas considerados por su naturaleza corno no rutinarios, mediante el modelo de Rasch. Se exponen a través de la evaluación de la resolución de problemas en Cálculo Diferencial algunos antecedentes sobre el desempeño de los estudiantes de niveles tanto secundarios como universitarios en la enseñanza de esta área de la matemática. Presenta además, diversos hallazgos relacionados con el área del Cálculo Diferencial, como también, las preocupaciones por la enseñanza de la matemática actual y su relación con los estándares curriculares.*

ABTRACT: *This article presents a proposal of a measaring which involves types of matematics problem to provide an ability measuring of the students in solving of routine mathematics problems and also of non- roatine problerns through the Rasch model. Through an evaluation of problem solving in Differential Calculus, some facts about student performance at high school and university levels in the learning of this rnatematics field are shown. In addition, various findings in relation to Differential Calculus as well as concerns aboat mathematics teaching at present and its relations to curricular standards are presented.*

Introducción

La resolución de problemas matemáticos involucra la idea de interacción de variados procesos cognitivos. Una de las definiciones más comúnmente usadas de la resolución de problemas, estipula que la tarea debe ser compleja si se va a referir a ella como un problema (Schoen y Oehmke en NCTM, 1980, p.216). Según esta definición, una tarea es un problema para un estudiante si ella requiere de una solución bajo ciertas condiciones específicas, si el estudiante comprende la tarea, pero no encuentra una estrategia inmediata para su solución, y finalmente es motivado para buscar la solución.

Las tareas entonces están en alguna parte, entre los ejercicios propiamente tales, para los cuales la estrategia de solución es inmediatamente conocida y los verdaderos problemas para los cuales no hay condiciones de solución bien definidas que pudieran ser comprendidas por quien los está resolviendo.

Es característica en la resolución de problemas la capacidad para transformar elementos de un problema de una modalidad a otra, identificando al estudiante con el nivel de comprensión del problema, solicitándole que traduzca y transforme un enunciado verbal en expresiones matemáticas no resolviendo aún el problema. Esto conlleva a seguir una adecuada línea de razonamiento donde finalmente surge el lenguaje matemático.

Es así como la resolución de problemas aproxima la Matemática a las situaciones cotidianas vinculadas a diferentes contextos, y pone de manifiesto el tipo de control intelectual que el alumno puede realizar sobre cada situación. Por ello, la resolución de problemas constituye no sólo una buena estrategia metodológica, sino que supone una forma de acercamiento más real al trabajo en esta disciplina.No obstante, se hace necesario conocer los niveles reales de habilidad de los estudiantes en la resolución de problemas matemáticos, lo cual implica encontrar variadas formas de evaluar esta habilidad.

Al respecto, se señala que existe escasez de estudios sobre medición de la resolución de problemas matemáticos (Charles y Silver en Puig, 1991, p.256).Variados estudios efectuados por el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM 1980,p.205) señalan que medir la habilidad para resolver problemas matemáticos significa cuantificarla. Si podemos medir esta habilidad entonces tendremos una base para determinar si ha cambiado, y por cuánto, la habilidad de un estudiante y también para determinar cuál de los diversos programas de instrucción es más efectivo en su desarrollo.

Un medio hacia la evaluación de la resolución de problemas matemáticos lo constituye la prueba de Iowa Problem Solving Project (IPSP, 1980), cuyo objetivo es proporcionar información acerca de sub-habilidades para resolver problemas, las cuales están altamente correlacionadas con los datos obtenidos a través de entrevistas individuales que forman parte de este modelo. La importancia de este modelo radica, principalmente, en el intento por relacionar las acciones de los alumnos durante el proceso de resolución y las respuestas de éstos durante las entrevistas individuales. Sin duda, esta modalidad de evaluación constituye un intento para mejorar la competencia que permita identificar y calificar las habilidades que involucra la resolución de problemas matemáticos.

Otro enfoque alternativo, para evaluar la resolución de problemas, se encuentra en la asociación de modelos particulares para inferir la habilidad del desempeño en la resolución de problemas matemáticos no rutinarios (NCTM, 1980,p.206). Problemas no rutinarios en el sentido que un estudiante no conoce una respuesta ni un procedimiento previamente establecido para encontrarla.Este enfoque introduce un elemento nuevo en la evaluación de la resolución de problemas, al pretender inferir las habilidades matemáticas que los estudiantes manifiestan, frente a situaciones problemas que no están explícitamente asociadas con soluciones y procedimientos preestablecidos.

Los antecedentes presentados, nos hacen formularnos la siguiente interrogante:

¿las competencias y habilidades matemáticas ya adquiridas por el estudiante lo habilitan para énfrentarse con diversos tipos de problemas matemáticos en el área del Cálculo Diferencial?

Propuesta de una prueba de medición

La dificultad de evaluar los complejos procesos necesarios para resolver problemas matemáticos, se incrementa con las deficiencias que los estudiantes tienen para comunicar sus ideas. Los estudiantes están propensos a hacer cálculos sin explicaciones. Los cálculos solos, a menudo, fallan en revelar suficientemente la naturaleza del pensamiento y el trabajo de quien lo resuelve. No es suficiente entonces, verificar sólo las respuestas correctas o incorrectas.

El método más común para evaluar habilidades en la resolución de problemas consiste en obtener impresiones generales acerca de la calidad de una solución mientras se está explorando el trabajo de los estudiantes. En otros casos, se han medido estas habilidades en base al porcentaje de respuestas correctas, el que a su vez se usa como un índice de la habilidad del estudiante en la resolución. Luego se refina este puntaje dando crédito parcial a los procedimientos correctos,pero generalmente sólo las respuestas correctas forman la base para medir la habilidad de resolver problemas. Este procedimiento indica un punto de vista limitado de un conjunto complejo de habilidades que significa resolver un problema matemático. Al respecto, existe otra forma de evaluación apropiada por la que optamos y que responde a la necesidad de evaluar los tipos de problemas, la cual se señala a continuación.

* Modelo de Rasch

Un aporte significativo en el ámbito de la evaluación de problemas matemáticos resulta ser el estudio de Malone y Douglas (NCTM, 1980, p.209), referido a la medición de la habilidad para resolver problemas matemáticos no rutinarios. Presentan una manera para determinar el nivel de habilidad de los estudiantes sobre la base del desempeño mediante el modelo de Rasch. Este modelo postula una interacción entre una persona y un problema, colocando el desempeño personal en función de la habilidad de la persona y la dificultad del problema.

El modelo de Rasch tiene dos características principales:

a) Medición de la persona independiente del problema o item, ya que la medición de la habilidad de una persona es independiente de los ítemes particulares usados para obtenerla.
b) Calibración del item independiente de la persona, ya que las dificultades relativas del item son establecidas independientemente de las habilidades de las personas involucradas.

Se asocia a este modelo una escala de puntajes, que indica los niveles de progreso de los estudiantes hacia la solución correcta del problema. Esta escala de cinco puntos registra cada detalle en el intento de los alumnos en encontrar la solución. Así, se tiene:

Puntaje	*Etapas de solución*
No comienzo.	
0	No comienzo. El estudiante es incapaz de comenzar el problema o entrega un trabajo que no tiene significado alguno.
1	Enfoque. El estudiante enfoca el problema con un trabajo significativo, indicando una comprensión del problema, pero encuentra rápidamente una dificultad.
2	Substancia. Suficientes detalles demuestra que el estudiante se ha orientado hacia una solución racional, pero errores importantes o interpretaciones erróneas impiden el proceso de resolución correcta.
3	Resultado. El prblema está casi resuelto. algunos pequeños errores conducen a una solucion final errada.
4	Completación. Un método apropiado ha sido utilizado y ha producido una solución correcta.

Después que las respuestas son sumadas, los puntajes son sometidos al análisis del computador usando el programa MLTBIN. Este programa ordenador usa criterios estadísticos para indicar los índices de dificultad de los problemas y permite, a su vez, la clasificación de éstos en concordancia con el modelo de Rasch.

Actualmente, existe una larga tradición de estudios sobre la resolución de problemas que contemplan la clasificación de ellos. Del mismo modo, se han catalogado las formas de resolverlos y se han organizado por niveles los conocimientos de los lenguajes implicados en el proceso de su resolución. No obstante, lo que se ha investigado básicamente es lo que los alumnos hacen o acaban aprendiendo, pero no suficientemente los modos de medir y evaluar la resolución de problemas. Sin embargo, a pesar que existen intentos aislados de evaluación de la resolución de problemas matemáticos, éstos han sido determinantes para perfilar una línea abierta de investigación en el ámbito de la Educación Matemática.

Este estudio se enmarca dentro de esta línea y considera aspectos como la resolución de problemas rutinarios según el contexto y no rutinarios según su naturaleza en el área del Cálculo Diferencial, proponiendo la elaboración de un instrumento evaluativo a fin de conocer los niveles de habilidad de los estudiantes secundarios y universitarios en la resolución de problemas matemáticos.

Clasificación de los problemas

Los problemas o ítemes considerados en este estudio, corresponden a problemas de Cálculo Diferencial sobre Derivación y su aplicación en las áreas de Economía, las Ciencias sociales, la Física y el área específica de las Matemáticas.

Se clasificaron en problemas rutinarios considerando el contexto, y problemas no rutinarios en relación a la naturaleza del problema. Los problemas rutinarios se clasificaron a su vez en cuatro contextos: Real, Realista, Fantasista y Puramente matemático.

*** DEFINICIONES OPERACIONALES**

PROBLEMAS RUTINARIOS

1. Problemas de contexto **REAL**: Un contexto es real si se produce efectivamente en la realidad y compromete el accionar del estudiante en la misma.

Ejemplo: Obtenga las medidas de los brazos de su compás y apoye las puntas de éste sobre una mesa. Si la parte superior del compás desciende a 1 cm./seg. ¿, Cómo varía la distancia entre las puntas cuando están a 10 cm.?

2. Problemas de contexto **REALISTA**: Un contexto es realista si es susceptible de producirse realmente. Se trata de una simulación de la realidad o de una parte de la realidad.

Ejemplo: Un agricultor quiere cercar un campo que tenga la forma de un sector circular. Si para cercarlo posee un alambre de 200 m. de longitud, calcular el radio que debe tener el sector para que el campo sea el más grande posible.

3. Problemas de contexto **FANTASISTA**: Un contexto es fantasista si es fruto de la imaginación y está sin fundamento en la realidad.

Ejemplo: Huyendo de un perro una ardilla trepa un árbol, el perro corre a 12m./seg. y la ardilla a 6 m./seg. ¿, Cuál será el cambio de distancia relativa entre los dos cuando el perro está a 12 metros del árbol y la ardilla ha trepado 5 metros?

4. Problemas de contexto **PURAMENTE MATEMATICO**: Un contexto es puramente matemático si hace referencia exclusivamente a objetos matemáticos: números, relaciones y operaciones aritméticas, figuras geométricas, etc.

Ejemplo: Sea a el radio de un semicírculo. Encuentre las dimensiones del rectángulo inscrito de área máxima, si se requiere que dos de los vértices del rectángulo estén sobre el diámetro.

PROBLEMAS NO RUTINARIOS:
En el sentido en que un estudiante no conoce una respuesta ni un procedimiento previamente establecido para encontrarla.

Ejemplo: Establezca un problema de mínimo donde se pueda usar la derivada.

Metodología

La investigación se enmarca en un estudio de carácter descriptivo y se desarrolló utilizando una metodología de trabajo cuantitativa.

La muestra fué escogida al azar mediante muestreo aleatorio simple y la constituyeron 104 alumnos, 67 de primer año de ingeniería en educación superior y 37 de cuartos años de Liceos Científico-Humanista que tenían como electivo en Matemáticas el Cálculo Diferencial.

De acuerdo con el propósito del estudio se elaboró y validó un prueba con 10 ítemes en función de la resolución de tipos de problemas sobre «derivadas». Para ello, se recopilaron de la literatura pertinente y elaboraron en otros casos, problemas rutinarios y no rutinarios relacionados con el tema objeto de estudio y apropiados al nivel de los estudiantes, los cuales fueron aplicados a una muestra representativa de alumnos, previa validación de contenido de la prueba mediante el juicio de 11 jueces expertos en el tema, docentes de diversas Universidades de Chile y profesores de enseñanza secundaria, a los cuales se les entregó 50 problemas tipos de acuerdo a la clasificación propuesta, considerando un grado de concordancia entre ellos mayor o igual al 80%. La selección realizada por cada juez, el tiempo requerido por los estudiantes en la primera aplicación y los análisis del grado de dificultad de los ítemes y de discriminación interna, contribuyeron a conformar la prueba de 10 ítemes con dos problemas por categoría.

Posteriormente, para la aplicación experimental, se establecieron los grados de discriminación interna a través de la correlación biserial y los de dificultad para cada item o problema y para la prueba en su totalidad, previa definición de los criterios estadísticos aceptados universalmente para tal selección. La confiabilidad de la prueba basada en la homogeneidad, se estimó con el estadístico alfa de Cronbach y fue igual a 0,77, considerada adecuada, dada la naturaleza de la prueba y su extensión.

Aplicados los problemas, las respuestas de los estudiantes se sometieron a una única forma de corrección de acuerdo al modelo de Rasch. A este modelo se le asoció una escala de 5 puntajes, los cuales iban indicando la variabilidad de los grados de progreso de los alumnos hacia la solución correcta de cada item, registrando, de esta forma, cada detalle en el intento de ellos en resolverlos. Los estados hacia la solución incluyen etapas como no comienzo, enfoque, substancia, resultado y completación, las cuales son equivalente a los puntajes 0, 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Estas etapas permitieron conocer los puntajes de los estudiantes en cada problema y asociarlos a su vez con el grado de dificultad de cada item, para, finalmente, inferir los niveles de habilidad de los estudiantes tanto en la resolución de problemas rutinarios considerando el contexto, como en los no rutinarios considerando su naturaleza.

Resultados

DISTRIBUCIÓN DE LOS ITEMES O PROBLEMAS DE LA PRUEBA

Número de ítem	Problemas rutinarios (contexto) / no rutinarios
1	Contexto puramente matemático
2	Contexto Realista
3	Contexto Fanatasista
4	Contexto Real
5	No Rutinario
6	No Rutinario
7	Contexto Real
8	Contexto Fanatasista
9	Contexto Realista
10	Contexto puramente matemático

GRADO DE DIFICULTAD DE CADA ITEM

Número de ítem	Respuestas correctas	Grado de dificultad
1	39	0.46 normal
2	15	0,22 muy difícil
3	69	0.79 muy fácil
4	32	0,49 normal
5	11	0,10 muy difícil
6	9	0,12 muy difícil
7	23	0,47 normal
8	8	0,18 muy difícil
9	53	0,74 fácil
10	29	0,64 fácil

Se aprecia a través de la tabla, que el item No. 3 que correspondía a un problema Rutinario de contexto Fantasista, alcanzó el mayor grado de dominio o dificultad igual a 0,79, es decir, que el 79% de los estudiantes respondió en forma correcta este problema. En el otro extremo se encuentran los ítemes No. 5 y No. 6 con grados de dificultad menor 0,10 y 0,12 respectivamente. Ambos ítemes correspondían a problemas considerados por su naturaleza como No Rutinarios. Se ratificó así el criterio de formato y ubicación al diseñar la prueba, pues los ítemes «juzgados» (previa aplicación) como más difíciles, fueron ubicados al centro de la prueba definitiva.

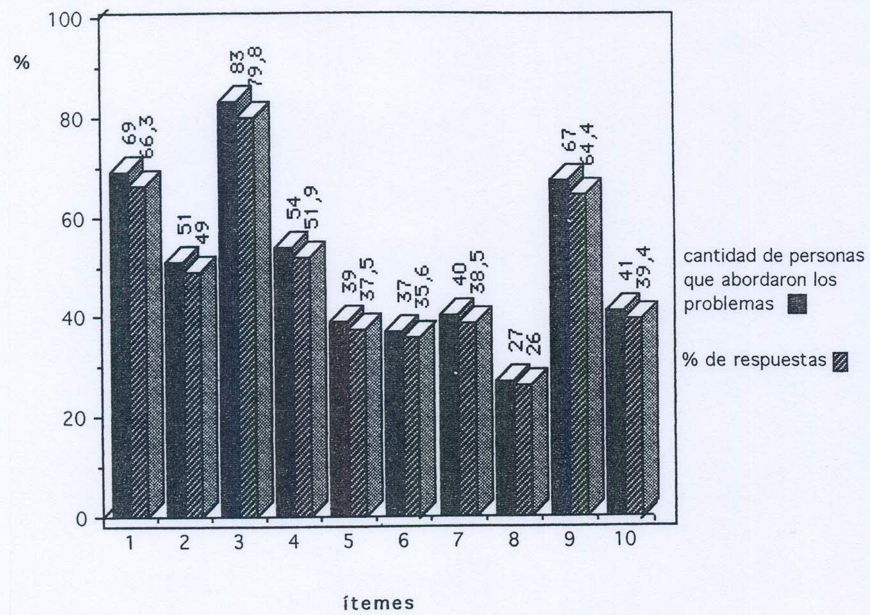

Figura 1: Porcentaje de respuesta por problema

Se observa en la figura anterior que los estudiantes abordaron mayoritariamente los ítemes No.3, No. 1 y No. 9 con porcentajes iguales a 79,8%; 66,3% y 64,4% respectivamente. Los tres ítemes mencionados correspondían a problemas de contexto rutinario y puntualmente se clasifican en fantasista, puramente matemático y realista.

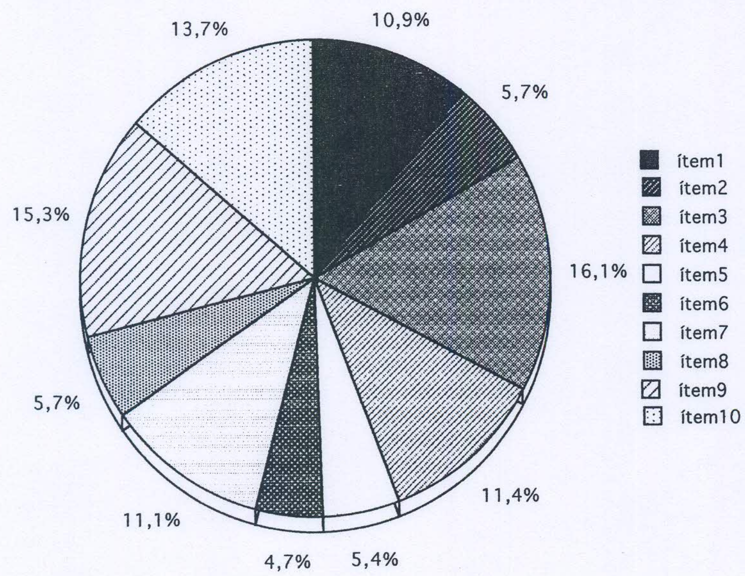

Figura 2: Distribución de respuestas correctas por item

* Estimación de la habilidad

Los niveles de habilidad relacionados por columna con los grados de dificultad de los problemas se estimaron, de acuerdo al modelo de Rasch, en una misma escala. El criterio empleado para interpretar la habilidad y su escala en puntajes correspondientes, se muestran a continuación.

Rangos	Conceptos
75 o más	Muy Alta
60 a 74	Alta
45 a 59	Media
30 a 44	Baja
29 o menos	Muy Baja

HABILIDAD

Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
15	30	45	60	75 90

DIFICULTAD DEL ITEM

Muy Fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy Difícil
NÚMERO DEL ITEM				
3	9-10	1-7-4		2-5-6-8

Lugar de Habilidad	Nivel de Enseñanza	Puntaje	Nivel de Habilidad
1°	Superior	57, 40	Media
2°	Superior	55, 23	Media
3°	Secundario	50, 90	Media
4°	Superior	39, 28	Media
5°	Secundario	37, 33	Media

Esta tabla nos muestra que los niveles de enseñanza superior ubicados en los dos primeros lugares, es decir, los indices iguales a 57,40 y 55,23 tienen niveles de habilidad Media y corresponden a carreras de nivel superior respectivamente. A su vez, el menor nivel de habilidad de 37, 33 corresponde a un Liceo secundario.

Conclusiones

En esta investigación se formularon dos objetivos: la elaboración y validación de una prueba sobre resolución de tipos de problemas en Matemáticas y la aplicación de la prueba a fin de conocer el desempeño de los estudiantes en la resolución de diversos tipos de problemas matemáticos sobre derivadas.

Para el logro de estos objetivos se efectuó una clasificación de los problemas en no rutinarios según la naturaleza y rutinarios según el contexto real, realista, fantasista y puramente matemático, con lo cual se elaboró y validó una prueba que fue aplicada en los niveles de enseñanza secundaria y superior, obteniéndose las siguientes conclusiones:

(1) El análisis de la distribución de las respuestas por problema permite concluir que los estudiantes abordaron mayoritariamente los problemas rutinarios, específicamente los de contexto fantasista (No. 3), puramente matemático (No. 1) y realista (No. 9). Además, los mayores porcentajes de respuestas correctas por item, se obtuvieron en contextos similares a los anteriores y correspondieron a los problemas rutinarios No. 3, No. 9 y No. 10.

(2) Por otra parte, los estudiantes abordaron minoritariamente los problemas considerados por su naturaleza como no rutinarios, es decir, los No.5 y No. 6 y el problema No. 8 de contexto fantasista. A su vez, los menores porcentajes de respuesta correcta por item, se obtuvieron en los mismos problemas no rutinarios y además en el No. 2 que correspondía a un problema rutinario de contexto realista.

(3) En general, los alumnos solucionaron exitosamente los problemas rutinarios números 10, 9 y 3 de contexto puramente matemático, realista y fantasista respectivamente. El item No. 10 hacía referencia exclusivamente a objetos matemáticos y específicamente a relaciones y figura geométrica. El problema No. 9 trataba de una simulación de la realidad o de una parte de ella y se relacionaba con la aplicación de máximos en el cálculo de la derivada. El problema No. 3 que fue el más abordado y mejor respondido, correspondía a un problema rutinario de contexto fantasista que era fruto de la imaginación y que estaba sin fundamento en la realidad. Este involucró la acción del personaje Superman, el cual resultó un elemento claramente motivador para los estudiantes que se ayudaron en su resolución utilizando símbolos gráificos con la finalidad de interpretar las relaciones dadas en este problema.

(4) Presentaron una alta omisión y dificultad en su resolución los problemas no rutinarios No. 5 y No. 6, es decir, aquellos para los que el estudiante no tiene una respuesta conocida ni una rutina previamente establecida para su resolución. Considerando que el contenido tratado en estos problemas tenía como marco de referencia el programa vigente de introducción al Cálculo Diferencial, los porcentajes de omisión se relacionaron entonces básicamente, con los procesos involucrados en la resolución de estos problemas. Ellos exigen de los estudiantes, además del conocimiento del concepto «derivada», la identificación de ciertas funciones específicas relacionadas con las aplicaciones de este concepto. Esto es, precisan aplicar en estos problemas sus conocimientos a situaciones desconocidas en las que demuestren capacidades relacionadas con niveles de conducta más complejos, por ejemplo el análisis y la síntesis. También se constató que el problema menos abordado y solucionado correctamente, en séptimo lugar por un 5,7% de los alumnos, fue el rutinario de contexto fantasista No. 8. Al respecto podemos señalar que la teoría de la derivada, en cuanto a sus aplicaciones, no tan sólo debiera incluir problemas de máximo y mínimo. Este problema fantasista se enmarca precisamente en una aplicación distinta como lo es la razón de cambio para explicar la variación de estatura de un gigante en un momento de su vida.

(5) Con respecto a la respuesta a la interrogante formulada en la problemática: ¿,las competencias y habilidades ya adquiridas por el estudiante lo habilitan para enfrentarse con diversos tipos de problemas matemáticos en el área del Cálculo Diferencial?, podemos inferir de acuerdo a los resultados, que si bien la calificación de habilidad de los estudiantes alcanzó en promedio el rango de Media, lo cual y en forma equivalente le asegura la probabilidad de éxito en los problemas rutinarios de dificultad muy fácil, fácil y normal, no lo habilitan para la resolución de otros tipos de problemas considerados por su naturaleza como no rutinarios.

Sin embargo, algunos aspectos deficitarios de estos problemas pueden mejorar, por ejemplo, los niveles de omisión, en la medida en que se propongan a los estudiantes diferentes tipos de problemas que no existen en los textos, pero que es necesario adicionar.

Finalmente, fue necesario efectuar una amplia revisión bibliográfica que permitiera recopilar los problemas de la literatura de Cálculo Diferencial de acuerdo a la clasificación previamente establecida. De esta revisión que contempló alrededor de 1296 problemas relacionados con las aplicaciones de la derivada, se puede inferir lo siguiente:

* En los textos de Matemática aparecen problemas que aspiran a ejercer, por una parte, algoritmos aprendidos recientemente, a mostrar la utilidad de estos algoritmos por algunas aplicaciones posibles en la vida diaria y a verificar si el estudiante ha comprendido bien lo esencial de diversas operaciones. El contexto que envuelve estos problemas es a menudo estereotipado y la actividad de resolución de ejercicios y problemas es puntual: el texto del problema proporciona las cantidades e indicios relativos a la operación que hay que elegir.
*Los textos, además, incluyen extensas listas de ejercicios que resultan ser la práctica de una rutina en la cual los estudiantes ya han sido iniciados y pocos problemas para que ellos practiquen el tema en cuestión.
* Los problemas de contexto puramente matemáticos, es decir, aquellos que hacen referencia exclusivamente a objetos matemáticos como números, relaciones y operaciones aritméticas, figuras geométricas, etc..., son en su mayoría originales de los autores a diferencia de los problemas de contexto realista que se caracterizan por ser iguales entre si o adaptaciones unos de otros.
*Se encuentran mayoritariamente en los textos de Cálculo Diferencial los problemas de contexto puramente matemáticos seguidos por los realistas, es decir, por aquellos problemas que son susceptibles de producirse realmente y que corresponden a una simulación de la realidad o de una parte de ella, con una diferencia entre ambos del orden del 20%.
* Los problemas de contexto fantasista, que son fruto de la imaginación y que están sin fundamento en la realidad y los no rutinarios, en el sentido en que el estudiante no posee una respuesta conocida ni un procedimiento o rutina previamente establecido para su resolución, se encuentran en la literatura en un porcentaje inferior al 1%.
* Los problemas de contexto real, o sea, aquellos que se producen efectivamente en la realidad y comprometen el accionar del estudiante en la misma, no se encuentran en las aplicaciones de la derivada en los textos de Cálculo Diferencial e Integral.

A la luz de estos hallazgos, pareciera ser que el sistema de evaluación se basa en la resolución de ejercicios sobre derivadas y no en la resolución de problemas sean estos rutinarios o no rutinarios. Aún cuando la matematización de estas situaciones reales, realistas, fantasistas y no rutinarias resulten ser una actividad compleja y difícil para ellos, éstas les aportan ideas y maneras de aplicar los conocimientos matemáticos fuera del aula y además les proporcionan distintos conocimientos, estrategias y habilidades que se complementan entre sí para su formación. Además, se debe considerar que los tipos de problemas y específicamente los de contextos propuestos a los alumnos deben ser coherentes entre sí con los aprendizajes vistos y no desvirtuar las nociones Matemáticas concernientes.

Referencias Bibliográficas

ABRANTES, P (1991). Resoluqao de problemas e Educaqao Matemática – algunos aspectos de experiencia portuguesa. Actas Primer Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Sevilla, España, 251-254.
BLANCO, L. (1991). Conocimiento y acción de la enseñanza de las matemáticas de profesores de E.G.B. y estudiantes para profesores. España: Manuales Unex.

DIAZ, V. (1994). Una evaluación de la resolución de tipos de problemas en Cálculo Diferencial. Chile: Tesis de Magister, UPLACED. Chile.

DIAZ, V., POBLETE, A. (1995). Resolución de problemas. evaluación y enseñanza del Cálculo. Revista Zetetiké, UNICAMP, Brasil, 51-60.

FERRINI-MUNDY, J; GAUDARD, M. (1992). Secondary School Calculus. Preparation or Pitfall in the Study of College Calculus. Journal for Research in Mathernatics Education. 23, 1, 56-71.

GAULIN, C. (1981). La resolution de problemes: le mot d´ ordre pour les annees 1980-90. Quoi en penser? Actas du Colleque sur lquote enseignement des mathematiques. U.Q.A.C., 29- 48.

MINISTERE DE Lquote EDUCATION, (1988). Mathematique. Fascicule K, Resolution de Problemes, Quebec, 1-94.

N. C. T. M. (1991). Estándares Curriculares y de Evaluación para la educación matemática. S.A.E.M. España: Thales.

N. C. T. M. (1980) Problem Solving in School Mathematics. Virginia: Preston.

POBLETE, A (1994). Variedades Didácticas Matemáticas: su influencia en logros del aprendizaje. Chile: Proyecto FONDECYT No. 1940780.

POBLETE, A (1994). Concepciones y proceso de desarrollo de la investigación en Educación Matemática. Bolema, Brasil, 9, 10, 11-20.

POLYA, G. (1957/ 1945) .How to Solve it. N.J.: Princeton University Press.

PUIG. L. (1991). Dos o tres cosas que sé de investigación en resolución de problemas. Actas Primer Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Sevilla, 255-260.

SMITH, S.; SMITH, M.: ROMBERG, T. (1993). What the N.C.T.M. standards look like in one classroom. Educational Leadership. May, 4-7.

WILLIAMS, S. (1991). Models of Limit Held by College Calculus Students. Journal for Research in Mathematics Education. 22, 3, 219-236.

PRUEBA DE PROBLEMAS SOBRE DERIVACIÓN

NOMBRE:...INSTITUCIÓN:...

CARRERA:..SEMESTRE:..

1) Hallar los puntos sobre la curva $5x^2 - 6xy + 5y^2 = 4$ que están más cercanos al origen.

2) Un tren que sale a las 11 horas de la mañana se dirige hacia el Este a una velocidad de 45 kilómetros por hora, mientras que otro, que sale al medio día desde la misma estación, se dirige al Sur a una velocidad de 60 kilómetros por hora. Determine a qué velocidad se separan ambos trenes a las 3 de la tarde.

3) Un niño cae desde un edificio de 60 metros de altura a una velocidad constante de 10 m/seg. y un segundo después se lanza a salvarlo Superman, desde el mismo lugar y a una velocidad constante de 15 m/seg. ¿A qué altura del edificio el niño es alcanzado por Superman?

4) En una hoja de cuaderno mida sus lados y construya una caja sin tapa cortando en sus esquinas cuadrados iguales y doblando convenientemente la parte restante. Determine el lado de los cuadrados que deben ser cortados, a fin de que el volumen sea el mayor posible.

5) Identifique una función cúbica cuyo único valor máximo sea igual a 2.

6) Encuentre una función derivable que tenga un punto crítico en el intervalo [2.4].

7) Obtenga la medida de la ventana de su sala de clases y determine qué longitud y anchura habría de tener para que, ocupando igual superficie, permita una mayor luminosidad.

8) Un gigante midió 1 m. al nacer, en la actualidad con 5 años de vida mide 10 metros. Aplicar el teorema del valor intermedio para explicar que en algún momento de su vida, la estatura de esta gigante fue exactamente de 5 metros.

9) Se trata de encerrar un prado rectangular usando cerca de alambre en tres lados y flores en el cuarto. Con 800 m. de alambre ¿cuál es el área máxima que se puede cercar?

10) Un punto se mueve sobre la parábola $6y = x^2$, de manera que cuando $x = 6$ la abscisa aumente con una rapidez de 2 m. por segundo. ¿Con qué rapidez aumenta la ordenada en ese instante?